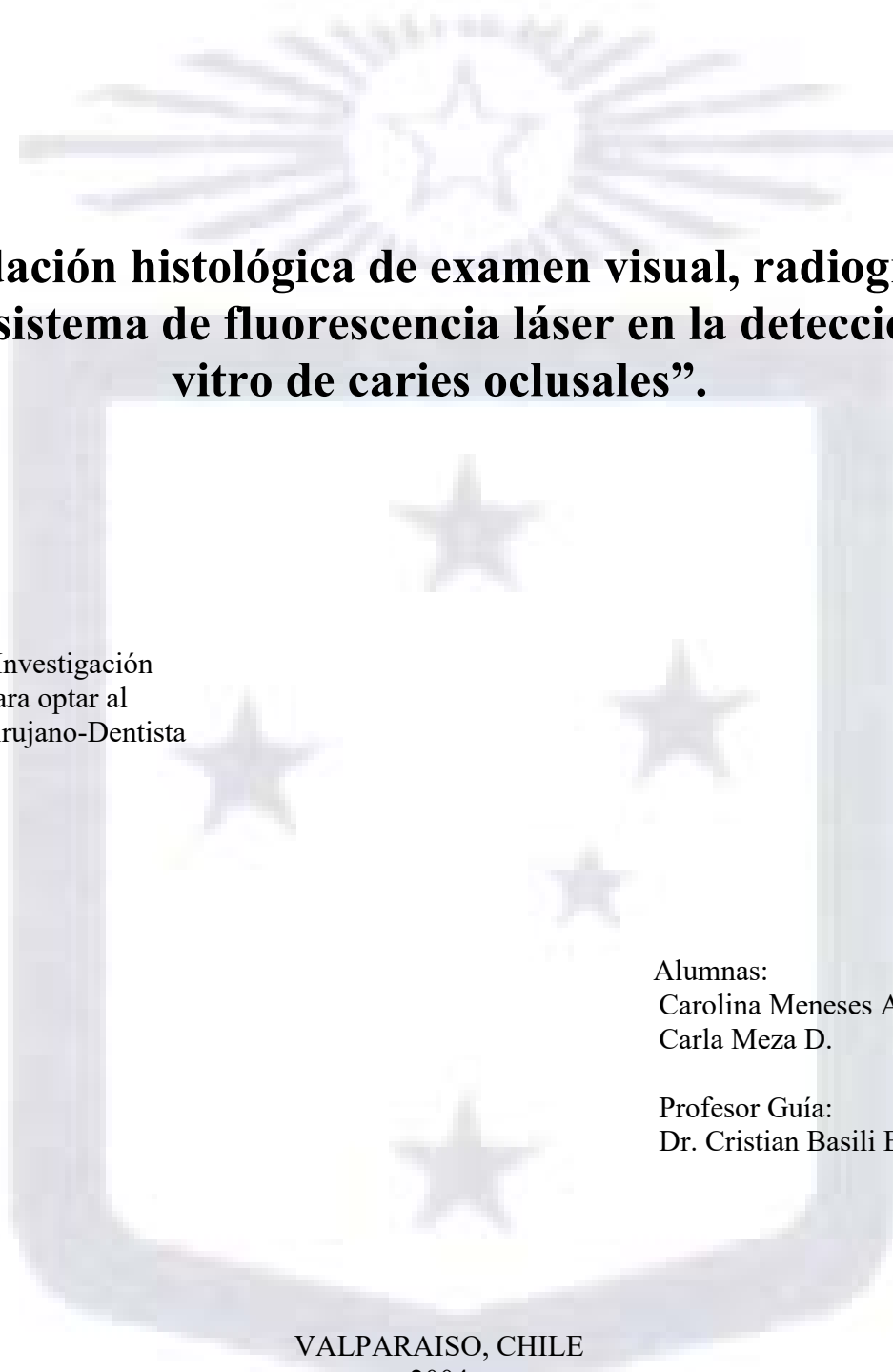


UNIVERSIDAD DE VALPARAISO  
FACULTAD DE ODONTOLOGIA  
ESCUELA DE ODONTOLOGIA  
CATEDRA DE ODONTOLOGIA PREVENTIVA.



**“Validación histológica de examen visual, radiográfico  
y un sistema de fluorescencia láser en la detección in  
vitro de caries oclusales”.**

Trabajo de Investigación  
Requisito para optar al  
Título de Cirujano-Dentista

Alumnas:  
Carolina Meneses A.  
Carla Meza D.

Profesor Guía:  
Dr. Cristian Basili E.

VALPARAISO, CHILE

----- 2004 -----

## DEDICATORIAS

A Dios, por guiarme y levantarme cuando caigo.

A mi madre, por el amor que me entregó y todos los sacrificios que realizó por mí mientras estuvo a mi lado y por la protección que me da cada día.

A mi padre, por su sacrificio diario, por sus sabios consejos y por enseñarme el valor del silencio.

A mi hermana Daniela por alegrar mis días con su ternura e inocencia.

A mi abuela Cuca por su paciencia, amor y comprensión.

A Keno, que con su infinito amor, comprensión y entrega ilumina mis días. Gracias por estar a mi lado.

A Paola, por su valiosa amistad y apoyo de cada día. Gracias por soñar conmigo.

A la Panmixia toda: Gracias por ser parte de mi vida: Carola, Roberto, Iván, Ramón, Fernando, Natacha, Guillermo y sobre todo a ti Carla, por ser una excelente amiga y compañera, todo el éxito del mundo.

Gracias...

Carolina Meneses Aguilar.

Deseo dedicar esta tesis y todo el esfuerzo que puse en ella a mis padres, Cucho y Cucha, por apoyarme aún en mis momentos de fracasos y festejar aquellos de triunfos y alegrías.

A mis hermanas, Claudia, Daniela y Marcela y a mi sobrina Javiera por esos momentos en los que me alegraban y hacían reír.

A mi querido “NIÑO” por darme siempre una razón para seguir luchando y salir adelante. Por darme esperanza cuando la había perdido. Y por su amor.

A todos mis amigos panmíxicos por los grandes momentos vividos.

A todas mis viejas amigas por no perder la confianza en mí.

Y a Carolina por ser una gran amiga y compañera de tesis.

Carla Meza Díaz.

## **AGRADECIMIENTOS**

Dr. Cristian Basili, por ser nuestro guía y orientarnos en el proceso de investigación.

Dr. Juan Eduardo Onetto, por su valiosa y desinteresada ayuda en la etapa histológica.

Dr. Santiago Gómez, por permitir el uso del Laboratorio de Investigación.

Dra. Mariela Quiroz y Dr. Eugenio Avilés, por su ayuda y tiempo prestados durante la etapa diagnóstica.

Dr. Osvaldo Badenier y Dr. Sergio Uribe, por su orientación y cooperación con el análisis estadístico.

Dr. Pío Borzone y al Personal del Servicio de Radiología, por su tiempo y facilitar nuestra tarea.

Sr. Sergio Aguilar, por su colaboración en el proceso de toma de fotografías.

Sr. Marco Chávez y Sra. Gabriela González, por su poner a nuestra disposición la biblioteca de la Escuela.

Sr. Guillermo Pérez, por aportar el material tecnológico.

Srta. Maria Silva, Sr. Ricardo Escalante y Sr. Jaime Jatib, por ayudarnos en aquellos detalles pequeños pero importantes.

## INDICE

Introducción.....	1
Histología y estructura de los tejidos dentarios.....	3
Histología del esmalte.....	3
Histología de la dentina.....	4
Microbiología Bucal.....	6
Las bacterias en los ecosistemas bucales.....	6
Adquisición y desarrollo de la flora bucal.....	7
La flora normal en hábitats bucales.....	8
Biofilm.....	8
Caries dental.....	9
Definición.....	9
Etiología de la caries.....	11
Microbiología de la caries.....	15
Histopatología de la caries.....	18
Caries oclusal.....	23
Detección de la caries.....	25
Objetivos.....	31
Materiales y métodos.....	32
Examen visual.....	35
Examen radiográfico.....	36
DIAGNOdent.....	36
Examen histológico.....	37
Metodología estadística.....	41
Resultados.....	42
Discusión.....	50
Conclusiones.....	53
Sugerencias.....	54
Resumen.....	55
Referencias bibliográficas.....	56
Anexos.....	59

## INTRODUCCIÓN

Durante las tres últimas décadas ha habido una dramática reducción en la prevalencia y severidad de la caries dental en la mayoría del mundo (Côrtes D.F. et al., 2003). Sin embargo sigue siendo una de las enfermedades más prevalentes en la población chilena, lo cual tiene un costo significativo para las personas, sobre todo cuando la enfermedad no es detenida en sus primeros estadios.

Los cambios en la prevalencia de la caries han estado acompañados por un cambio en la lesión y en la distribución de los sitios afectados. La lesión cariosa progresa mucho más lento y la proporción de caries oclusal ha aumentado (Anttonen V. Et al., 2003). Dependiendo de la edad de la población estudiada, más del 75% del total de caries en jóvenes fue localizada en superficies oclusales. Al mismo tiempo, se ha reportado una subestimación del número de lesiones dentinarias oclusales clínicamente detectadas (Heinrich- Weltzien R. Et al., 2002).

La eficacia de la evaluación de la extensión o actividad de caries es una tarea difícil que depende de varios factores como condiciones durante la inspección (por ejemplo: luz y secado), riesgo cariogénico, edad y morfología dental y el entrenamiento y experiencia del odontólogo (Francescut P., Lussi A., 2003). La detección se complica porque la cavitación ahora ocurre mucho más tarde y una lesión cariosa en dentina puede progresar bajo una superficie de esmalte clínicamente intacta. Una de las causas de esto puede ser la insolubilidad del esmalte asociada a la incorporación de flúor a distintos medios. El esmalte insoluble puede no dar evidencia de la existencia de caries hasta que la lesión progresa y se cavita (Baseren N.M., Gokalp S., 2003). Además factores tales como la presencia de placa, tinciones y variaciones anatómicas se suman a la dificultad del diagnóstico temprano de la caries oclusal (Bamzahim M., 2002).

La prevalencia de caries oculta ha sido reportada en rangos que fluctúan desde alrededor de 3% a más del 50% en estudios clínicos (Chong M.J. et al., 2003). La sensibilidad de métodos de detección convencionales, como el examen visual, en caries dentinaria han mostrado estar entre 62% y 90% para dientes con cavidad visible en fisuras. Sin embargo, el correcto diagnóstico clínico de dientes con caries dentinaria bajo superficies macroscópicamente intactas ha mostrado ser significativamente más bajo, con sensibilidades reportadas del 12% (Lussi A. Et al., 2001).

El uso de sonda ha sido cuestionado por su baja eficiencia, destrucción de esmalte desmineralizado y transmisión de microorganismos de una fisura a otra, incrementando la susceptibilidad de progresión de la caries.

Se ha demostrado que la examinación visual y radiográfica convencional es inadecuada para la detección temprana de lesiones oclusales (Bamzahim M., 2002).

Las radiografías pueden detectar caries oclusal sólo si la enfermedad ya ha progresado dentro de la dentina. Una lesión cariosa visible en una radiografía está significativamente más infectada con lactobacilos y estreptococos mutans que una lesión no ha sido detectada en una radiografía (Lussi A. Et al., 2001).

Aunque se sabe que la radiografía no es eficaz en la detección de lesiones limitadas sólo al esmalte, la radiografía convencional en conjunto con la examinación visual- táctil ha mostrado una mejora significativa en la eficacia de la detección de caries oclusal y es comúnmente empleada en la practica clínica (Chong M.J. et al., 2003). Sin embargo, la frecuente exposición a la radiación, problemas operacionales y la subestimación de la severidad de la lesión, sobre todo, en las superficie oclusal, hace de la radiografía un método cuestionable (Costa et al., 2002).

Estos métodos, inspección visual y radiografía bitewing, mostraron buena a excelente habilidad para reconocer superficies sanas (rangos de especificidad de 0.63- 1) pero insatisfactoria capacidad para reconocer caries (rangos de sensibilidad de 0.01- 0,67) (Francescut P., Lussi A., 2003).

Más recientemente, en la búsqueda por mejorar la detección de la caries oclusal, fue introducido un aparato láser fluorescente portátil (DIAGNOdent, Kavo, Alemania) con la ventaja de poder cuantificar la temprana pérdida mineral de la caries dental.

El sistema está diseñado para capturar un aumento en la fluorescencia en las áreas oclusales del diente. Cambios en la sustancia del diente asociada con la progresión del proceso carioso son reflejados en un aumento de la luz fluorescente. Un valor numérico es asignado al grado de fluorescencia como un indicador de la extensión de la caries (Baseren N.M., Gokalp S., 2003). El aparato DIAGNOdent puede estimar la profundidad de la lesión sin dañar la integridad de la superficie dental.

El propósito de este estudio es medir la sensibilidad y especificidad de distintos métodos de detección de caries oclusal, como examen visual, radiográfico y DIAGNOdent mediante la validación histológica de sus resultados.

# HISTOLOGÍA Y ESTRUCTURA DE LOS TEJIDOS DENTARIOS

## I.- HISTOLOGIA DEL ESMALTE

Es un tejido de origen ectodérmico y por ello no posee colágeno en su estructura. Es avascular, acelular y no tiene la capacidad de responder a injurias. Es además un tejido inerte ya que las células encargadas de su producción (ameloblastos) son arrastradas de la superficie cuando el diente hace erupción.

El esmalte es un tejido que recubre la corona anatómica de los dientes y está conformado por un 96% de sustancia mineral, lo que lo hace el tejido más duro y más frágil del organismo, un 2% de agua y 2% de materia orgánica, valores medidos en peso. La composición del esmalte en volumen es de 86% mineral, 2% materia orgánica y 12% de agua.

La parte inorgánica del esmalte dentario está representada en su mayoría por cristales de hidroxiapatita, hierro, manganeso, plomo, selenio, vanadio y estroncio.

La superficie del esmalte aparece macroscópicamente dura y compacta. El color blanco-amarillento de los dientes se debe al brillo que posee la dentina bajo la capa de esmalte translúcido.

La estructura básica del esmalte son prismas que lo recorren en dirección aproximadamente perpendicular, desde el límite amelo- dentinario hasta la superficie externa.

Cada prisma está formado por muchos cristales de hidroxiapatita agrupados de tal manera que dejan pequeños espacios entre ellos, ocupados por proteínas y agua. Estos espacios forman vías de difusión, frecuentemente observados como microporos del esmalte. Los cristales, a su vez, están tan compactos que le dan al esmalte la propiedad de la translucidez.

El grado de mineralización es menor en las interfases entre un prisma y otro (vaina del prisma), en las zonas de descanso entre los segmentos de prismas durante su formación (estriación transversal del prisma) y en las líneas incrementales que corresponden a periodos de descanso más prolongados durante la aposición (estrías de Retzius).

El desarrollo de cada cristal comienza con un núcleo inicial de rápida formación (mineralización), seguido de un crecimiento más lento y progresivo (maduración) hasta llegar al tamaño y forma definitivos.

La maduración consiste en la extracción de agua y proteínas y en el aumento del número y el tamaño de los cristales.

Esto hace que la estructura mineral sea de mayor pureza en la periferia del cristal y de menor calidad en su eje central. Estas características tienen importancia en el proceso de disolución cristalina mineral por la caries dental.

Durante el desarrollo se generan tensiones internas que pueden en algunos casos conducir a la aparición de fallas o grietas llamadas laminillas, que se hacen evidentes en los cortes transversales y se muestran como líneas no mineralizadas que atraviesan perpendicularmente al esmalte desde la superficie hasta el límite amelodentinario (LAD).

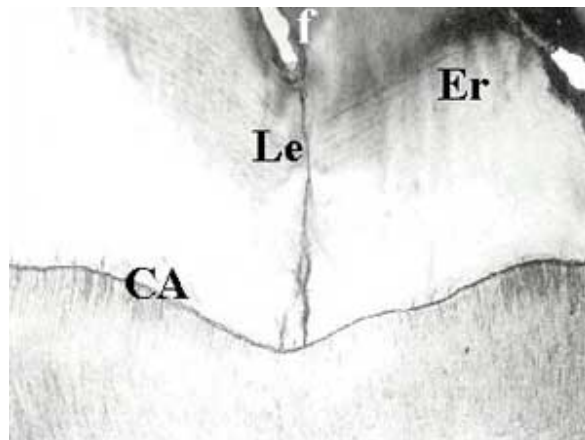


Figura n° 1.- Microscopía Óptica del esmalte. Le: Laminilla de esmalte;  
CA: Conexión Amelodentinaria (LAD); Er: Estrías de Retzius.  
<http://odontologia.uchile.cl/histologia>

## II.- HISTOLOGIA DE LA DENTINA

Este tejido forma un órgano común junto a la pulpa dentaria, por lo cual recibe el nombre de complejo pulpo- dentinario. Es un tejido vivo de origen mesodérmico, por lo que contiene colágeno, y es menos mineralizado que el esmalte.

Está compuesta, en peso, por un mayor porcentaje de material orgánico, principalmente colágeno tipo I (22%) y de agua (13%), además de la hidroxiapatita (65%) (Brown y cols, 1991). En volumen, estos porcentajes cambian a 50% de contenido mineral, 25% de agua y 25% de contenido orgánico

La dentina se produce en dos fases, primero un depósito de matriz orgánica rica en fibrillas colágenas y luego una mineralización. Por esta razón la dentina más cercana a la pulpa (pre- dentina) no está mineralizada y se ve como una capa acidófila entre la dentina mineralizada y la capa de odontoblastos. (Seif T., 1997)

Los odontoblastos son responsables de su desarrollo mediante un proceso continuo de aposición que alterna períodos cortos de descanso y mineralización. A medida que van formando la dentina se van retirando hacia el centro de la papila (futura pulpa) y van dejando una prolongación de su cuerpo celular llamadas prolongaciones odontoblásticas, alrededor de las cuales la mineralización crea una multitud de tubulillos que se distribuyen desde la pulpa a través del espesor completo de la dentina, haciendo de ésta un tejido altamente permeable. Al interior de estos túbulos se encuentran las colas de los odontoblastos, mientras que sus cabezas se encuentran totalmente en la pulpa dental.

Los túbulos dentinarios son de mayor diámetro en sus extremos más cercanos a la pulpa. El diámetro de los túbulos disminuye de 2.5 micrones del lado pulpar hasta 0.8 micrones en la unión amelo- dentinaria. De la misma forma, el número de túbulos disminuye desde los 45000 por mm<sup>2</sup> cerca de la pulpa hasta 20000 por mm<sup>2</sup> en la unión amelo- dentinaria.

Con el tiempo, el diámetro se hace cada vez menor debido al continuo depósito de dentina peritubular por lo que la obliteración o sellado de ellos mismos es mayor en los extremos más periféricos con la consecuente retirada progresiva de la prolongación odontoblástica en sentido pulpar. Este fenómeno fisiológico es llamado esclerosis dentinaria.

Existen distintos tipos de dentina, ellos son:

- A) **DENTINA PRIMARIA:** Formada desde el inicio del desarrollo dentario hasta que el diente hace erupción y se hace funcional al entrar en contacto con el antagonista.
- B) **DENTINA SECUNDARIA:** Se forma en condiciones fisiológicas desde que se inicia la etapa funcional del diente y a lo largo de toda la vida.
- C) **DENTINA TERCIARIA O REPARADORA:** Se forma en zonas específicas como respuesta a estímulos externos patológicos como caries, abrasión, atrición y erosión.

Estos tres tipos de dentina se diferencian en su estructura principalmente en el número de túbulos que poseen, el cual es mayor en la dentina primaria y menor en la terciaria; y en la velocidad de formación que es mayor en la terciaria.

En la parte mineralizada de la dentina se reconocen dos áreas diferentes:

- **DENTINA PERITUBULAR:** Rodea más directamente a la prolongación odontoblástica ya que es un producto de secreción de ella y está altamente mineralizada.
- **DENTINA INTERTUBULAR:** Es menos mineralizada y ocupa todo el espacio no ocupado por la dentina peritubular y los túbulos dentinarios.

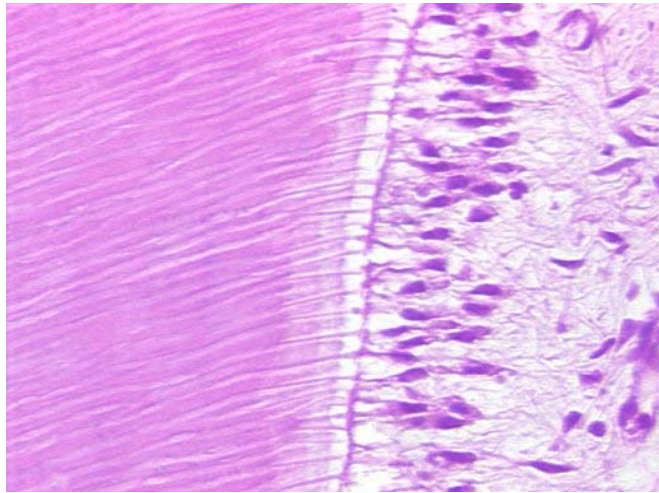


Figura n° 2.- Microscopía electrónica de transmisión que muestra el complejo pulpo dentinario.  
<http://odontologia.uchile.cl/histologia>

## MICROBIOLOGÍA BUCAL

### I.- LAS BACTERIAS EN LOS ECOSISTEMAS BUCALES

Bajo condiciones normales, la cavidad bucal tiene una flora relativamente estable, con diversos géneros y especies representativas del huésped.

La cavidad bucal generalmente presenta dos tipos de superficie para la colonización bacteriana: tejidos blandos y duros como el esmalte dentario y las superficies radiculares expuestas. Estas superficies son modificadas por una cubierta de saliva o en caso de las superficies duras por la deposición de componentes de la saliva que forman una película. Una diferencia importante entre los dos tipos de tejidos es que los tejidos blandos constantemente están cambiando sus células superficiales por un proceso de descamación, lo que a su vez, genera la pérdida de las bacterias colonizadoras (Thylstrup A., Fejerskov O., 1994).

Dentro de la cavidad oral se pueden encontrar diversos hábitats, cuyos límites no son claros en cuanto a dimensiones físicas y tamaños. La cavidad oral en sí o una superficie de ella puede ser considerada como un hábitat y cada uno de ellos más sus características fisiológicas puede ser considerado como un microambiente

La cavidad oral incluye hábitats locales como la lengua, las mucosas, la saliva y superficies dentarias. Incluidos en los microambientes se encuentran áreas donde superficies duras y tejidos blandos se yuxtaponen, como el surco gingival y sacos periodontales (Thylstrup A., Fejerskov O., 1994).

## **II.- ADQUISICIÓN Y DESARROLLO DE LA FLORA BUCAL**

Las bacterias comienzan a colonizar la boca del infante durante el nacimiento y la sucesión bacteriana en la cavidad bucal continúa por toda la vida (Thylstrup A., Fejerskov O., 1994). Los organismos que más tempranamente pueden ser aislados durante las primeras semanas después del nacimiento son predominantemente del género streptococci, que incluye *S. mitis*, *S. oralis* y *S. salivarius*. También hay evidencia de bacterias transitorias capaces de acceder al hábitat sin competir con las ya establecidas. Ejemplos de bacterias transitorias son *Lactobacilos* de origen fecal y *Streptococcus mutans*, posteriores a la erupción de los dientes (Thylstrup A., Fejerskov O., 1994).

El origen inmediato de estas bacterias es el ambiente que rodea al niño, particularmente, la madre. Durante los primeros meses de vida la flora se vuelve más compleja con bacterias anaeróbicas como *Veillonella* y *Prevotella* (*Bacteroides*) que se insertan en la comunidad establecida.

La erupción dentaria conlleva a la mayor complejidad en la composición de la flora oral, ya que el diente provee nuevas superficies y microambientes para la colonización. Estas superficies se colonizan por especies que se adhieren y crecen en el diente como el *S. mutans*, *S. sobrinus*, *S. sanguis* y especies de *Actinomyces*, además de aumentar el número y tipo de bacterias anaeróbicas.

La flora se vuelve cada vez más compleja hasta estabilizarse en adultos jóvenes, con cantidades representativas de organismos como *Streptococcus* (*mutans*, *sanguis*, *oralis*, *mitis* biovar 1 y 2, *gordonii*, *anginosus*, *vestibularis*); *Actinomyces* (*naeslundii*, *odontolyticus*), especies de *Neisseria*, *Corynebacterium*, *Lactobacilos* (*casei*, *fermenti*, *plantarum*), *Haemophilus*, *Veillonella*, *Fusobacterium*, *Prevotella* (*melaninogenica*, *intermedia*) y *Eubacterium*.

### **III.- LA FLORA NORMAL EN HÁBITATS BUCALES**

La microflora encontrada regularmente en un individuo sano se llama flora normal. El género predominante en la cavidad oral con una variedad de especies es el Streptococci.

Las bacterias pioneras colonizan la superficie del diente dentro de POCOS minutos después de una profilaxis, y desde aquí la sucesión bacteriana continúa. Las primeras bacterias que colonizan la superficie incluyen *S. Sanguis*, *S. mitis*, *S. oralis*, *Haemophilus* y *Neisseria Actynomices* y otros Gram (+) y pueden ser aislados en el desarrollo temprano de la placa.

A medida que la comunidad se hace más compleja se establecen bacterias anaeróbicas estrictas y aproximadamente después de 14 días la comunidad dentro de la placa muestra su más compleja composición. La constante interrupción de comunidades, la recolonización por bacterias pioneras y sucesiones secundarias da como resultado comunidades con flora menos diversa.

El biofilm que no ha sido interrumpida por muchos días muestra una estructura de microcolonias individuales en una matriz acelular. Los depósitos de placa primaria encontrados poseen bacterias cocáceas predominantemente, pero posteriormente aparecen bacterias filamentosas. Las bacterias odontogénicas forman microcolonias que causan la desmineralización local del esmalte dentario, lo que explica la naturaleza circunscrita de muchas lesiones cariosas.

La lengua también posee una gran variedad de bacterias y sirve como reservorio de microorganismos. Constituye un hábitat específico para la bacteria *Stomatococcus mucilaginosus*.

### **IV.- BIOFILM**

Según la OMS corresponde a “una entidad bacteriana proliferante, enzimáticamente activa, que se adhiere firmemente a la superficie dentaria y que por su actividad bioquímica metabólica, ha sido propuesta como el agente etiológico principal en el desarrollo de caries y paradenciopatías”.

La placa dental es definida como una masa bacteriana fuertemente adherida, con preferencia, a la superficie dentaria, y que no está formada exclusivamente por restos alimenticios (Shuster G., 1990). Corresponde a una acumulación de bacterias asociadas con la superficie dentaria, que no puede ser fácilmente removida por enjuagues o un simple chorro de agua (Slots J., Taubman M., 1992). Marsh y Martín (1992) proponen que la placa dental es una comunidad microbiana compleja sobre la superficie dentaria, embebida en una matriz de polímeros de origen bacteriano y salival. (Seif T., 1997)

La formación de la placa dental es el resultado de una serie de procesos que incluyen:

- A) FORMACIÓN DE PELÍCULA ADQUIRIDA:** Corresponde a una capa orgánica acelular y exenta de bacterias compuesta principalmente por glucoproteínas salivales que se deposita sobre el esmalte. Esta película puede seguir creciendo lentamente ya sea por depósito adicional de glucoproteínas salivales o bien por la adsorción de bacterias sobre su superficie
- B) COLONIZACIÓN PRIMARIA:** Una vez establecida la película adquirida comienzan a depositarse las primeras poblaciones bacterianas en forma específica, fundamentalmente en base a formas cocáceas del tipo de los estreptococos, especialmente mutans.
- C) COLONIZACIÓN SECUNDARIA:** La población bacteriana se desarrolla progresivamente, aumentando el grosor de la placa y la complejidad de la flora microbiana (maduración bacteriológica y estructural). Inicialmente la placa está formada por cocos y bacilos Gram (+), posteriormente se desarrolla una población compleja de cocos y bacilos Gram (+) y (-), formas filamentosas y espirales. Estas modificaciones se deben en gran parte al aumento de espesor de la placa, lo que crea un estado de anaerobiosis más cercano al diente en el cual comienzan a desarrollarse microorganismos anaerobios estrictos.
- D) CALCIFICACIÓN:** Esto es eventual, ya que no todas las placas bacterianas sufren este proceso. Sin embargo, la placa bacteriana calcificada no es cariogénica, pero sí juega un papel importante en la enfermedad periodontal.

La homeostasis microbiana resulta del equilibrio entre las interacciones microbianas y la actividad metabólica que provoca cambios en el pH. Las fluctuaciones del pH son el resultado de los cambios en la composición de los fluidos locales, lo que resulta en una intermitente ganancia y pérdida de minerales desde los tejidos duros del diente.

## **CARIES DENTAL**

### **I.- DEFINICIÓN**

Se entiende como una enfermedad infectocontagiosa que provoca una pérdida localizada de miligramos de minerales en los dientes afectados. Es causado por ácidos orgánicos provenientes de la fermentación microbiana de los carbohidratos de la dieta (Urzúa I, Stanke F, 1999) y que además provoca la desintegración de la matriz orgánica dental.

Es un proceso multifactorial y crónico que se caracteriza por una progresión muy lenta, autolimitante y que, en ausencia de un tratamiento, puede progresar hasta la destrucción total del diente (Thylstrup A., Fejerskov O., 1994). La destrucción localizada de los tejidos duros es el signo más evidente de la enfermedad, aunque se pueden clasificar en una escala que va desde la pérdida inicial de minerales hasta la destrucción completa del diente.

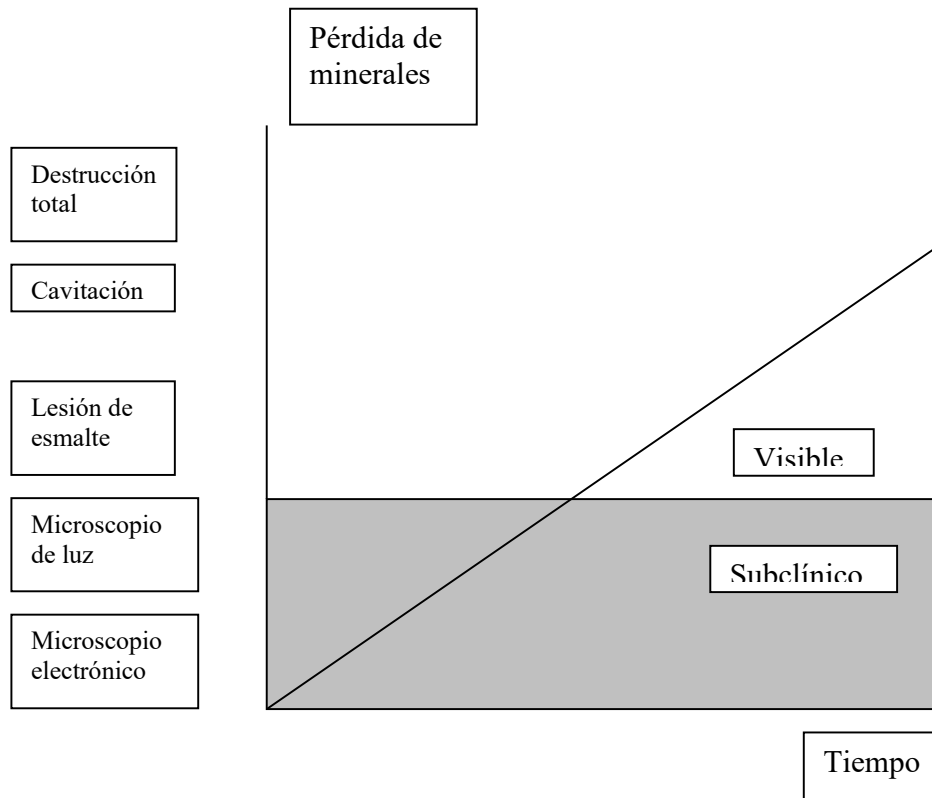


Figura nº 3.- Progreso de la pérdida mineral en relación al tiempo (Thylstrup, 1994).

Los dientes pueden ser cubiertos por bacterias sin mostrar signos visibles de caries, concluyéndose que aunque los depósitos microbianos son necesarios, no son suficientes para causar caries (Thylstrup A., Fejerskov O., 1994).

La formación de caries comienza como pequeñas áreas de desmineralización en la subsuperficie del esmalte, pudiendo progresar a través de la dentina y llegar hasta la pulpa dental. La desmineralización es provocada por ácidos, en particular por ácido láctico, producto de la fermentación de los carbohidratos de la dieta por los microorganismos bucales. La formación de la lesión involucra la disolución del esmalte y la remoción de los iones de calcio y fosfato. Debido a que la caries es un proceso de progresión lenta, existe la posibilidad de remineralización, aunque no completa, de lesiones incipientes. Un pre-requisito es la detección temprana del proceso.

## II.-ETIOLOGÍA DE LA CARIES

Se ha demostrado que el biofilm es un pre- requisito indispensable para la iniciación de la caries dental (Slots, 1992; Loesche, 1976; Hamada, 1980; Newman, 1990).

Existen varias teorías que explican el mecanismo etiológico de la caries. La teoría aceptada actualmente es una modificación a la propuesta por Paul Keyes en 1960, quien estableció que la etiopatogenia de la caries obedece a la presencia e interacción simultánea de tres elementos o factores principales: un factor microbiano representado por la microbiota de la región o microorganismos, un factor sustrato, referido a la dieta consumida y un factor huésped representado por los dientes. La representación esquemática de estos tres factores básicos se conoce como **Triada de Keyes**.

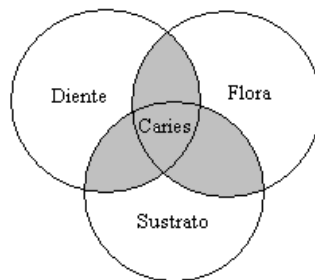


Figura n° 4.- Representación de la Triada de Keyes (Thylstrup, 1994).

Con el tiempo, se evidenció que la mera existencia de estos tres factores operando conjuntamente no provocaban una pérdida mineral instantánea y, por lo tanto, fue adicionado el factor tiempo que permitió esclarecer de una forma más precisa la formación de la caries dental.

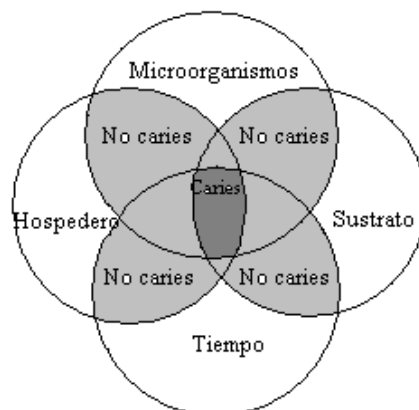


Figura n° 5.- Los cuatro círculos representan los parámetros envueltos en el proceso carioso. A la tríada de Keyes se agrega el factor tiempo (Thylstrup, 1994).

Posteriormente, en la década de los '90, se determinó que distintos aspectos cuantitativos y cualitativos de los tres factores básicos de la tríada de Keyes, influían en el desarrollo o no desarrollo de la caries.

En cuanto al huésped, existen factores que facilitan el avance y desarrollo de la caries. Por ejemplo, la propia anatomía del diente que permite la acumulación de restos alimenticios y bacterias, es el caso de fosas muy profundas en premolares y molares, la estructura de los cristales de esmalte, los minerales que lo conforman, cantidad y calidad de la saliva y respuesta inmune, entre otros.(Thylstrup A., Fejerskov O., 1994)

En relación al sustrato, concepto que fue reemplazado por ambiente, influyen factores tales como la cantidad y calidad de la placa bacteriana, las enzimas, minerales, sustrato bacteriano y factores socioculturales y económicos (Thylstrup A., Fejerskov O., 1994).

El concepto de bacterias fue modificado por el de agente, que involucra al *S. mutans*, a *Lactobacilos* y otras bacterias.

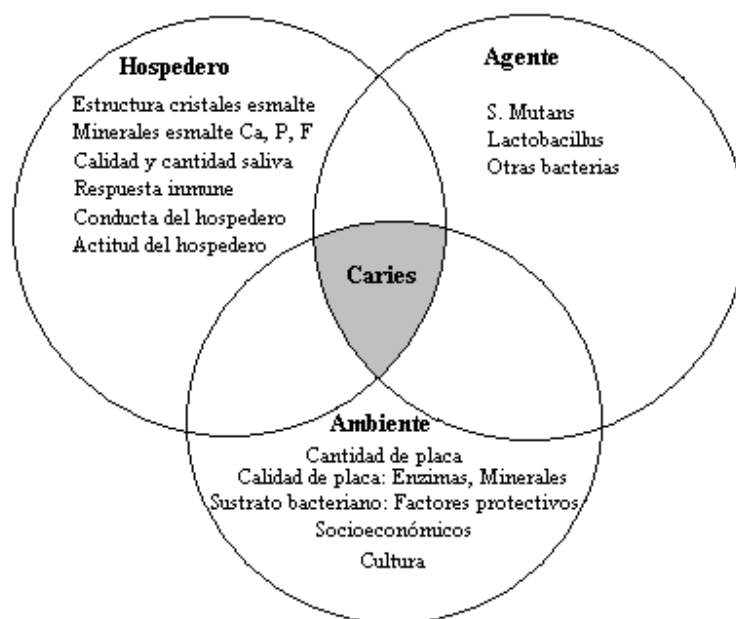


Figura nº 6.- Modelo multifactorial de caries dental. (Thylstrup, 1994)

El último modelo aceptado para explicar el mecanismo de la caries involucra una serie de factores, antiguos, ya considerados en modelos anteriores, y otros nuevos. Este modelo ilustra la relación entre la placa dental y los múltiples factores determinantes que influyen en el desarrollo de la lesión cariosa.

Los factores primarios que hacen posible la formación y desarrollo de las lesiones cariosas son los tres ya mencionados: hospedero, microbiota y sustrato. También existen factores secundarios como la saliva, exposición al flúor, higiene oral y otros que aumentan o disminuyen la resistencia de los dientes, la cariogenicidad del sustrato local (dieta) y el potencial cariogénico de la microbiota, modulando la actividad de caries.(Urzúa I., Stanke F., 1994)

Dentro de los factores predisponentes a la formación de caries se encuentran (Urzúa I., Stanke F., 1994):

- **Especie:** Afecta más a la especie humana.
- **Civilización:** Lo cual modifica el consumo alimenticio.
- **Raza:** Más que por diferencias raciales, las diferencias en la prevalencia de caries tiene relación con factores culturales y socioeconómicos.
- **Composición del diente:** En relación a la cantidad de fluoruros presentes en los dientes.
- **Características morfológicas:** Si el diente presenta hipoplasias, microfracturas, invaginaciones de esmalte, etc.
- **Posición del diente:** Dientes en malposición presentan mayor retención de placa bacteriana y dificultad en la higiene de esas zonas.
- **Factor salival:** En relación a la composición, cantidad y calidad de la saliva.

La saliva es secretada por las glándulas salivales mayores y menores, estas últimas distribuidas por la cavidad bucal (paladar duro y labios).

Una persona adulta, produce cerca de 1- 1.5 litros de saliva cada 24 horas. Cuando duerme, el individuo puede producir 0.25 ml de saliva por minuto, mientras que cuando el individuo se encuentra en actividad, la cantidad producida por minuto puede llegar a los 10 ml.

La composición del fluido oral es compleja, contiene componentes orgánicos que comprenden una variedad de proteínas, carbohidratos, enzimas, etc. e inorgánicos como el calcio y fosfatos que determinan la saturación relativa del fluido, con respecto a otros elementos, por ejemplo, la hidroxiapatita.

Aparte de los componentes ya nombrados, se encuentran numerosas células en la saliva, provenientes de la descamación del epitelio superficial, neutrófilos provenientes de los surcos gingivales y numerosos microorganismos.

La saliva se relaciona con mayor capacidad de limpieza y remineralización de los dientes. No se ha podido establecer una asociación lineal entre caries y flujo salival, ya que cada individuo presenta un umbral propio el cual es decisivo en el riesgo cariogénico, pero indudablemente la disminución del flujo aumenta el riesgo de caries (Urzúa I., Stanke F., 1994).

La viscosidad de la saliva presente se relaciona también con la capacidad de limpieza y poder buffer. La capacidad tampón de la saliva revela el factor más importante de reacción del hospedero que actúa contra la caries.

- **Factor dietético:** Se ha revelado la asociación existente entre el consumo frecuente de hidratos de carbono (exposición) y la alta actividad cariogénica.

Una dieta cariogénica es aquella dieta de consistencia blanda, con alto contenido de hidratos de carbono refinados que se depositan con facilidad en las superficies dentarias retentivas (fosas, fisuras, puntos de contacto y zona crevicular) (Stanke & Urzúa, 1999)

Los azúcares contenidos en la dieta pueden ser fermentados a ácidos (láctico, fórmico y otros) por las bacterias de la placa o ser almacenados como polisacáridos intracelulares, influyendo en la calidad y cantidad de las poblaciones microbianas depositadas sobre la superficie dental.

La sacarosa refinada es el azúcar más común en la dieta y presenta como característica ser sustrato para la producción de polisacáridos extracelulares almacenables como fructano y glucano y polisacáridos insolubles de la matriz como mutano, favoreciendo la colonización del *S. Mutans* y el aumento del grosor de la placa bacteriana.

Dentro del factor dietético existen otros factores importantes en el desarrollo de la caries, por ejemplo, la naturaleza de los alimentos: un alimento viscoso se une a la superficie dentaria con mayor facilidad que uno fibroso; la frecuencia de la ingesta: a mayor frecuencia, mayor potencial cariogénico; el momento de la ingesta: está demostrado que la ingesta de azúcares entre comidas es más cariogénico que durante las comidas.

Factores como el nivel de educación, clase social, conocimientos, actitudes, ingresos y conducta son factores determinantes no directos como los factores biológicos mencionados anteriormente. Estos factores son llamados factores terciarios y están involucrados indirectamente con el proceso carioso, en el sentido que, dependiendo de la educación y conocimientos, por ejemplo, el individuo va a tender a una mejor higiene bucal, a controlar su salud general, evitando así cualquier tipo de manifestación de enfermedad.

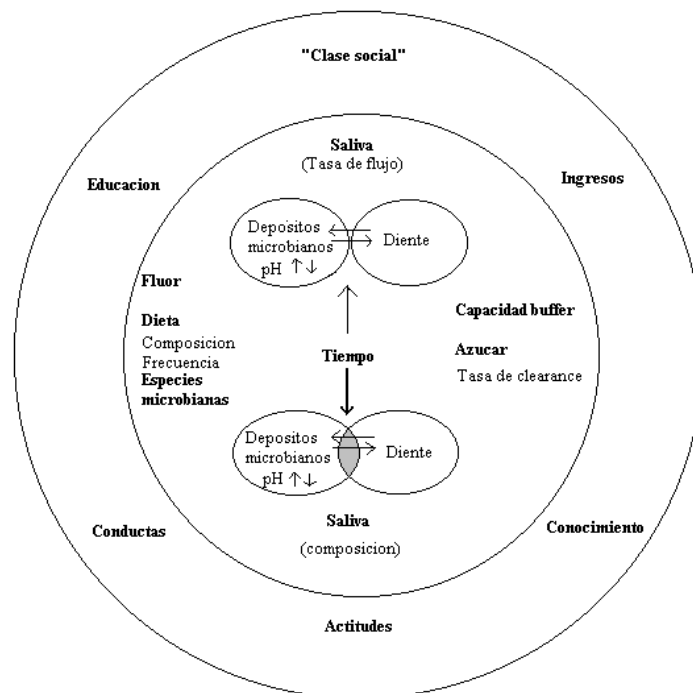


Figura n° 7.- Etiología de la caries y sus factores determinantes.

### III.- MICROBIOLOGÍA DE LA CARIES

La flora normal bucal incluye bacterias que bajo ciertas condiciones ambientales podrían causar desmineralización del esmalte y superficies radiculares y promover lesiones cariosas. Estas bacterias pueden dividirse en 2 grupos: mayormente patógenas, asociadas con caries y aquellas que se encuentran junto a las patógenas en la flora de lesiones tempranas y dentina cariada.

Incluidas en el grupo de patógenos están las bacterias que tienen una asociación con caries en humanos y que también producen caries en animales experimentales. Las más representativas de este grupo están incluidas en el grupo de "Streptococcus mutans". Este grupo incluye 7 especies, aunque dos, *S. mutans* y *S. sobrinus*, están más estrechamente relacionadas con caries en humanos, el mutans más que el sobrinus. Las otras especies se encuentran en animales o si están presentes en humanos, no son altamente cariogénicas.

El segundo género más asociado con la caries es el Lactobacilos, el cual es comúnmente aislado de caries dentinarias, su principal hábitat en boca.

Existen dos propiedades características de las bacterias cariogénicas:

- A) La capacidad de transportar rápidamente los azúcares cuando compiten con otras bacterias de la placa.
- B) Convertir estos azúcares rápidamente en ácidos, aún bajo condiciones ambientales extremas como niveles bajos de pH.

Bajo estas condiciones se favorece la proliferación de microorganismos acidúricos, tales como *S. mutans* y *Lactobacilos*, que además de acidógenos (capaces de producir ácidos), son acidúricos (pueden crecer y multiplicarse en un ambiente ácido).

### **1.- STREPTOCOCO MUTANS:**

El *Streptococo Mutans* es considerado el principal agente etiológico de caries dental en humanos (Seif T., 1997).

En esmalte, las lesiones cariosas incipientes han confirmado la naturaleza localizada de la colonización de las superficies dentarias por el *Streptococcus mutans* el cual se caracteriza por ser un coco Gram (+), presentar un diámetro de 0.5 a 0.75 micrómetros y disponerse en forma de cadenas. Posee una pared celular y una membrana plasmática que engloba su protoplasma. Es anaeróbico facultativo, pero su crecimiento óptimo ocurre bajo condiciones de anaerobiosis y medios enriquecidos.

Forma parte de la flora microbiana normal de la boca y aparece junto con la erupción de las primeras piezas dentarias. Se hace patógeno al aumentar su proporción en boca.

Dentro de sus características principales se encuentra su potencial acidogénico, ser acidófilo (se desarrolla en medio ácido); ser acidúrico (sigue elaborando ácido a pH bajo), utilizar la sacarosa a velocidades más rápidas que cualquier otro microorganismo; almacenar polisacáridos intracelularmente y sintetizar complejos fructanos y glucanos.

Este microorganismo produce polisacáridos extracelulares utilizando un disacárido como la sacarosa, formada por una molécula de glucosa y una de fructosa. Para esto, utiliza dos enzimas: la glucosiltransferasa (GTF) que sintetiza glucano a partir de la glucosa, y la fructosiltransferasa (FTF), que sintetiza fructano a partir de la fructosa.

La síntesis de glucano aumenta el potencial patogénico de la placa dental, promoviendo la acumulación de gran número de *Streptococos* cariogénicos en los dientes (Seif T., 1997).

La asociación entre *S. Mutans* y caries se basa en su rápida adquisición a partir de la erupción de los dientes temporales, ya que los mutans necesitan de superficies dentales para colonizar (Urzúa I., 1999; Seif T., 1997). Por otra parte, el desarrollo de caries en superficies que antes se encontraban sanas está precedido por el aumento de los niveles de mutans. Además, las placas bacterianas encontradas en caries presentan proporciones significativamente mayores de *S. mutans* que las placas de áreas sin caries.

## **2.- LACTOBACILOS**

Bacilo Gram (+), pleomórfico, no móvil y facultativo. No posee la capacidad de elaborar dextrano y aumenta su número de colonias con el consumo de sacarosa. Su principal característica es su capacidad de desarrollarse en un medio de cultivo corriente a un pH bajo. Es acidogénico, acidófilo y acidúrico. Su número aumenta en las caries dentinarias, cuando el número de *S. Mutans* está disminuido.

Se encuentran generalmente en lesiones cavitadas y la restricción en el consumo de carbohidratos disminuye la actividad de caries y el número de lactobacilos en la saliva. Actúan en forma secundaria, aprovechando las condiciones ácidas y la retentividad existente dentro de la caries, siendo asociados frecuentemente con el progreso de las lesiones y no con su comienzo, el que dependería de la acción primaria del *S. Mutans*.

La sucesión y el incremento en número de *S. Mutans* y Lactobacilos pueden ocurrir en el biofilm junto con el desarrollo de caries incipientes. Sin embargo, cambios en el ambiente (aumento de pH y remineralización) promueven la sucesión de otras bacterias, reduciendo el número y proporción de Mutans y Lactobacilos.

Aunque el *S. Mutans* es asociado con la temprana desmineralización del esmalte, bajo ciertas condiciones, la desmineralización puede ocurrir aún cuando *S. Mutans* y *S. sobrinus* no sean aislados del biofilm. Esto sucede en algunas personas con hábitats orales libres de *S. Mutans* o con un número reducido de esta especie y cuando el metabolismo de los carbohidratos por algún residente de la flora normal produce suficiente ácido para desmineralizar el esmalte (Thylstrup A., Fejerskov O., 1994).

Aparte de la desmineralización, producto del ambiente ácido aumenta el número de *S. Mutans* y *S. Sobrinus* en el sitio o se produce la colonización del hábitat por ellos. La producción del ácido puede ser el responsable de la temprana desmineralización del esmalte y la extensión de la lesión dentro del esmalte y la dentina se produce bajo la presencia de alguna de las especies nombradas.

Al observar histológicamente la caries dentinaria, se observa material necrótico y la microbiología muestra bacterias Gram (+) acidogénicas principalmente las que ocupan dos hábitats asociados: el área necrótica y las áreas profundas parcialmente desmineralizadas. El pH de la caries dentinaria puede ser bajo. Esto se da principalmente en lesiones interproximales donde la apertura en esmalte es pequeña, en relación al área de la caries dentinaria.

## **IV.- HISTOPATOLOGÍA DE LA CARIES**

Se refiere al estudio de los cambios morfológicos (proceso de desmineralización-rem mineralización) que ocurren en los tejidos dentarios afectados por la caries, los cuales se pueden observar mediante las diferentes modalidades de las técnicas microscópicas.

### **1.-HISTOPATOLOGIA DE LA CARIES DE ESMALTE**

La caries implica una disolución por ácidos que puede alternar con períodos de remineralización, por lo tanto, los cambios observados a microscopio óptico y electrónico siempre van a estar relacionados con la pérdida o ganancia de minerales.

Su aspecto clínico e histológico difiere si se presenta en puntos y fisuras o en superficies lisas. En superficies lisas se produce la desmineralización en forma de un cono trunco de base hacia la superficie.

La caries en puntos y fisuras es el tipo más frecuente de caries. Se desarrolla preferentemente en la superficie oclusal de premolares y molares, cara vestibular de molares y palatina de incisivos superiores por constituir áreas que facilitan la acumulación de bacterias y restos alimenticios. Inicialmente se observa como un punto de color pardo o negrozco, más blando y que puede llegar a dentina.

En las fisuras la lesión comienza en ambas paredes de la fisura y penetra perpendicularmente buscando el límite amelo- dentinario. Acá se observan cambios macroscópicos como el aspecto tizozo y la pigmentación, las cuales preceden a la formación de la cavidad. Al exponerse el esmalte a la acción de ácidos, los minerales se remueven o disuelven del prisma lo que provoca una disminución de su tamaño, aumentando a la vez el espacio interprismático lo que genera en el esmalte poros de mayor tamaño.

Este incremento en la porosidad del esmalte provoca cambios en las propiedades ópticas del esmalte, el cual se vuelve menos translúcido y se observa clínicamente como una opacidad del esmalte.

También se pueden apreciar cambios microscópicos y ultramicroscópicos, los que se describen a continuación:

- A) CAMBIOS MICROSCÓPICOS:** La caries incipiente produce más destrucción subsuperficial que en la superficie. El microscopio de luz polarizada muestra cuatro zonas que representan cambios graduales cuando la lesión es examinada con medios de inclusión de diferentes índices de refracción. Estas, desde la más profunda a la superficial son:

- **Zona Translúcida:** Corresponde al frente de avance de la lesión. El esmalte se ve menos estructurado y posee una pérdida de mineral del 1.2% por unidad de volumen.
- **Zona Oscura:** Es de un espesor variable y de birrefringencia positiva a la luz polarizada (el esmalte normal es negativo) debido a los espacios o poros creados por el proceso de disolución por ácidos. La pérdida de mineral es del 6% por unidad de volumen.
- **Cuerpo de la Lesión:** Es la zona más amplia y de birrefringencia positiva. Existe un 24% de pérdida mineral por unidad de volumen acompañada de un incremento de materia orgánica y agua debido a la entrada de bacterias y saliva.
- **Capa Superficial:** Tiene entre 20 y 100 micrómetros de espesor, es más gruesa en lesiones inactivas, tiene birrefringencia negativa a la luz polarizada y se ve más opaca en las microrradiografías. Al microscopio electrónico de barrido se observan cráteres superficiales no correspondientes a la estructura del esmalte sano además de una insinuación de las vainas de los prismas. La pérdida mineral corresponde al 9.9% por unidad de volumen.

**B) CAMBIOS ULTRAMICROSCÓPICOS:** Lo primero que se observa en las lesiones incipientes es la disolución de cristales de hidroxiapatita dentro y en la periferia de los prismas acompañado de un ensanchamiento en los espacios interprismáticos. Los cristales que permanecen en los espacios interprismáticos se ven aumentados de tamaño y más electrodensos debido a la remineralización durante el proceso de la caries.

En microscopio electrónico con altos aumentos se puede apreciar la disolución de los cristales que comienza en el extremo más cercano a la superficie de la lesión y de allí avanza, ensanchándose cada vez más hacia la superficie externa.

El inicio del proceso de disolución en el eje central del cristal está relacionado con el hecho de que el desarrollo del cristal es más rápido e imperfecto lo que determina que esa zona tenga una menor calidad. Por el contrario, las zonas más externas del cristal corresponden a una lenta maduración y crecimiento, lo que implica una mejor calidad y por ende una mayor resistencia a la disolución ácida.

En lesiones más avanzadas se observa una pérdida en la orientación de los cristales que se manifiestan en una completa desorganización.

## 2.- HISTOPATOLOGÍA DE LA CARIES DE DENTINA

Generalmente, se describe la caries de esmalte y la de dentina como dos entidades aparte. Pero, el desarrollo de la caries involucra estos dos tejidos, ya que si no se detiene su progreso, inevitablemente la lesión que se encuentra en esmalte, invadirá la zona dentinaria, pudiendo llegar hasta la pulpa dental.

Cuando la lesión expone la dentina inmediatamente afecta a los túbulos dentinarios como zonas preferenciales para el avance.

La dentina cariada se caracteriza clínicamente por cambiar de color amarillo claro a pardo o negruzco a medida que el proceso avanza, además de hacerse más blanda.

Este tejido presenta cambios histológicos antes que se produzca cavitación en la superficie dentaria:

**A) CAMBIOS MICROSCÓPICOS:** Los cambios patológicos que ocurren en la dentina se dividen en cinco zonas ordenadas desde la profundidad a la superficie pueden diferenciarse más fácilmente en las caries crónicas o de avance lento pero tienden a enmascararse en las caries agudas o de avance rápido que están caracterizadas por una rápida secuencia de desmineralización y descomposición, contrario a las lesiones crónicas que muestran zonas de remineralización.

Estas zonas son:

- **Degeneración Grasa:** Se aprecia adyacente a la dentina sana. Se observa mediante coloraciones especiales para lípidos en procesos de caries activas. Estos lípidos son probablemente de origen bacteriano, o provenientes de la desmineralización de la dentina peritubular.
- **Zona de Esclerosis:** Los túbulos dentinarios igualan su índice de refracción con la matriz de dentina vecina y da la apariencia de transparencia cuando se observa al microscopio de luz transmitida.

Ocurre un proceso de esclerosis como respuesta a la estimulación bacteriana que se manifiesta en la producción de dentina peritubular que oblitera el túbulo junto con el retiro de la prolongación odontoblástica en sentido pulpar lo que tiende a bloquear el avance de la lesión de caries. Es la reacción de defensa más común del complejo pulpo- dentinario (Köhler et al., 1984; Raadal et al., 1992). La esclerosis tubular observada en conjunto con la caries dental se ha descrito como el resultado de la mineralización inicial del espacio peritubular seguido por la calcificación de los procesos odontoblásticos, o por una calcificación inicial intra- citoplasmática seguida por una mineralización periodontoblástica secundaria. (Thylstrup et al., 1994)

- **Zona de Desmineralización:** Afecta a la dentina intertubular y se acompaña de una oclusión de los canalículos dentinarios que se continúa con la esclerosis debido a la precipitación de material cristalino previamente disuelto, proveniente de la disolución ácida de la dentina intertubular.
- **Zona de invasión bacteriana:** Los túmulos dentinarios se caracterizan por el ensanchamiento irregular que le provocan las bacterias en su intensa reproducción y producción de ácidos.
- **Zona de Descomposición:** Se forma por la unión de los túbulos que al ensancharse por la desmineralización pierden la separación entre sí y de esta manera forman las cavidades cariosas que contienen bacterias, detritus, saliva y restos alimenticios.

También es posible observar otros cambios como grietas y zonas muertas. Las grietas pueden verse en ángulos aproximadamente rectos con respecto a los túbulos y aproximadamente paralelas a las líneas incrementales. Las zonas muertas se aprecian al microscopio de luz transmitida como áreas oscuras formadas por muchos túbulos llenos de aire donde las prolongaciones odontoblásticas por su muerte han degenerado y dejado vacío el túbulo.

La caries de dentina produce irritación de la pulpa generándose una respuesta inflamatoria de ésta. En la caries de avance lento (estimulación leve) se produce una esclerosis de los túbulos para establecer una barrera a la progresión de la lesión y a la llegada a la pulpa de bacterias y sus productos.

En la caries de avance rápido (inflamación pulpar severa) se puede producir la muerte del odontoblasto los cuales son reemplazados por nuevos odontoblastos provenientes de la diferenciación de células mesenquimáticas indiferenciadas presentes en la pulpa. Estos comienzan a formar una dentina secundaria o reparativa o terciaria en la superficie pulpar con el fin de alejar cada vez más la pulpa del avance de la caries. Estos túbulos son independientes de los originales y no son contiguos con ellos, por lo que constituye una buena barrera ante el avance de la caries.

Cuando la velocidad del avance de la caries es mayor que la velocidad de formación de la dentina reparadora se produce la exposición pulpar.

Siempre la desmineralización precede al cambio de coloración y al frente bacteriano.

Otra clasificación divide la caries de dentina en dos zonas:

- **Zona de Dentina Infectada:** Es la zona más externa y corresponde a la zona de descomposición e invasión bacteriana.
- **Zona de Dentina Afectada:** Es la zona más interna y corresponde a la zona de desmineralización, esclerosis y degeneración grasa.

**B) CAMBIOS ULTRAMICROSCÓPICOS:** Al microscopio electrónico se observa la penetración y el llenado de los túbulos por bacterias. La desmineralización de las paredes de los túbulos expone las fibras colágenas las cuales se ven menos en las zonas más externas, y las que quedan, han perdido su estriación transversa.

La dentina peritubular desaparece progresivamente y la intertubular se observa marcadamente desmineralizada con cristales remanentes aplastados. En las zonas más internas, donde las fibras colágenas conservan su estriación transversal se observan algunos cristales de apatita unidos a ellas.

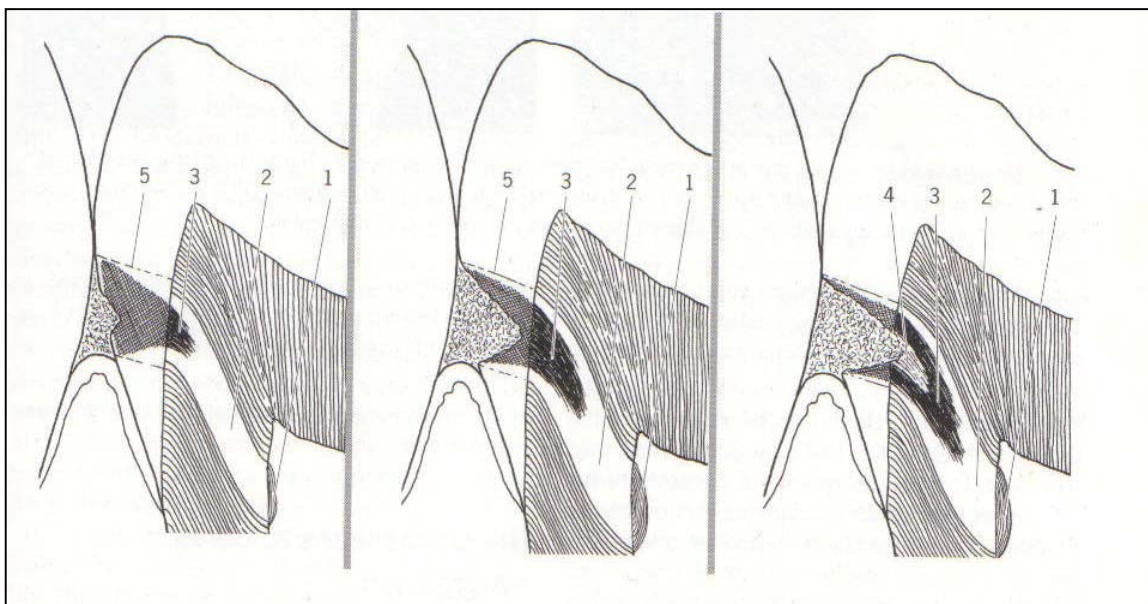


Figura nº 8.- Ilustración esquemática de la progresión de la lesión. 1.- Dentina reaccional; 2.- Zona de reacción esclerótica o transparente; 3.- Zona de desmineralización; 4.- Zona de invasión bacteriana y destrucción; 5.- Dirección de los prismas periféricos (Thylstrup, 1994).

### 3.- TÉCNICAS DE ESTUDIO

Las técnicas histológicas más frecuentemente utilizadas para el estudio de los tejidos duros son la microscopía óptica y la microscopía electrónica.

**A) MICROSCOPIA ÓPTICA:** Se utilizan los cortes por descalcificación y por desgaste para la observación con técnicas de luz transmitida, luz reflejada oblicua, luz polar y microrradiografía. Corresponde a un microscopio de luz cuya fuente luminosa es la luz visible.

Su utilidad depende de su capacidad de aumento y más aún de su poder de resolución (capacidad de separar dos puntos que se encuentran muy juntos). El aumento útil es de 1.500 X, ya que aumentos mayores no entregan mayores detalles; y una capacidad de resolución buena es de 0.2 micrómetros.

**B) MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE TRANSMISIÓN:** Se utilizan los cortes ultrafinos para su observación. Utiliza lentes constituidos por campos magnéticos que ordenan y alinean un haz de electrones generados por el mismo y que finalmente impresionan una pantalla de televisión o una película fotográfica. Se utilizan fragmentos muy pequeños (1 mm<sup>3</sup>, aproximadamente) y cortes ultrafinos (30- 50 nanómetros de espesor) los cuales son teñidos con sales de metales pesados. Se forma una imagen para estudio que tiene las características de permitir muchísimos aumentos debido al poder de resolución de este microscopio que es de 0.2 nanómetros. Para describir este nivel de observación, se utilizan los términos de ultraestructura o estructura fina.

**C) MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO:** También llamado por centelleo. Se utiliza para análisis de muestras no transparentes. Este no depende del paso de electrones a través de la muestra, ya que ésta se bombardea con un haz de electrones finamente enfocado, el cual, al chocar contra un determinado punto se desviará en electrones primarios y secundarios que luego son reunidos para formar una imagen. Al preparar la muestra, ésta se fija y deshidrata para cubrirla uniformemente con una capa de metal como el oro o el platino. Se puede registrar con precisión, en detalle y en tres dimensiones las características de células y tejidos.

## **V.- CARIES OCLUSAL**

Es el tipo más frecuente de caries de la superficie oclusal de los molares (son afectadas el doble más que las superficies proximales o las caras libres del diente, Ie Y., Verdonshot E., 1994) ya que la profundidad de los surcos, fisuras y puntos de estas caras determinan una mayor retención de placa bacteriana y, por lo tanto, mayor liberación de ácidos en el metabolismo de los hidratos de carbono.

El uso de flúor ha traído consigo una disminución en la prevalencia de caries pero su uso frecuente se asocia con las llamadas caries ocultas: progresión de la caries bajo un esmalte sin cavitación, principalmente en puntos y fisuras.

El mecanismo de avance de las caries en las caras oclusales de los dientes se describió anteriormente en la descripción de caries de esmalte y de dentina.

Las caries oclusales en dientes permanentes son cada vez más difíciles de detectar con los métodos convencionales, sobre todo las caries ocultas ya que estos métodos siempre arrojan un margen de error. En la práctica clínica las caries oclusales se detectan por examen visual de dientes limpios y secos complementado con radiografías bitewing.

Las caries en superficies oclusales no envuelven todo el sistema de fisuras con la misma intensidad. Cada tipo de diente en la dentición tiene su propia anatomía específica de la superficie oclusal y la caries es usualmente detectada en relación a la misma configuración anatómica específica en dientes idénticos.

En molares superiores, por ejemplo, las fosas centrales y distales son sitios típicos con acumulación de placa y también son sitios donde frecuentemente ocurre caries. El inicio de la caries oclusal se desarrolla en sitios donde las acumulaciones bacterianas reciben la mejor protección contra el desgaste funcional.

Dos factores han sido considerados de importancia para la acumulación de placa y el inicio de caries en superficies oclusales: (1) estado de erupción o uso funcional de los dientes y (2) anatomía específica del diente.

La progresiva destrucción de la superficie oclusal es iniciada por un proceso local en la parte más profunda del sistema de fosas debido a la acumulación de depósitos bacterianos. En esta área, que ofrece protección contra el desgaste físico, la formación de una microcavidad provee de condiciones locales para el alojamiento y crecimiento de bacterias orales. Esto acelera la desmineralización y destrucción la cual también provee condiciones locales para el crecimiento bacteriano.

Cuando el frente de avance de la desmineralización del esmalte alcanza el límite amelo-dentinario, se produce la difusión lateral del proceso, determinando una base amplia en dentina, que sigue la curvatura primaria de los túbulos. Por lo tanto, en el límite amelo-dentinario siempre existirá una lesión más amplia que hacia el límite pulpo-dentinario, estableciéndose un cono trunco con su base orientada hacia el límite amelo-dentinario y vértice hacia el Límite dentino-pulpar. Según sea la superficie de esmalte afectada por la caries, adopta diferentes formas de propagación.

Cuando hay caries dentinaria en superficie lisa adopta la forma de dos conos truncos con bases orientadas hacia la superficie y vértices orientados hacia la pulpa.

Cuando existe caries dentinaria en puntos y fisuras adopta la forma de dos conos truncos encontrados en sus bases, siendo el cono de la dentina el de mayor base.

Con la progresiva destrucción del esmalte, se forma una cavidad y otra vez los límites de la cavidad reflejan la disposición de los prismas en esta área. La cavidad es una sombra como un cono trunco. La particular configuración anatómica de esa parte de la superficie oclusal donde la caries empieza, explica por qué la apertura de la caries oclusal es siempre más pequeña que la base. La naturaleza “cerrada” del proceso, obviamente favorece el crecimiento ininterrumpido de las bacterias y a la vez la destrucción acelerada del tejido.

La cavitación del esmalte oclusal es el resultado más que de la desmineralización desde un foco inicialmente establecido, de una desmineralización general que envuelve todo el sistema de fisuras.

La destrucción siempre se inicia en la superficie del esmalte debido a la actividad metabólica de acumulaciones bacterianas en la superficie.

## **VI.- DETECCIÓN DE CARIES**

La detección de la caries implica decidir si una superficie de un diente se encuentra sana o si presenta algún grado de lesión. Si es así, se debe decidir si la lesión está activa, progresando rápida o lentamente, o si la lesión está detenida. Esta información es esencial para tomar una decisión de tratamiento acertada.

Existen distintos métodos para realizar el diagnóstico de caries:

### **1.- INSPECCIÓN VISUAL**

Es el método más usado e involucra la observación directa, a través de la percepción visual que determina los cambios en la coloración y alteraciones de forma y la exploración mecánica por medio del instrumental básico (espejo, luz del equipo dental y jeringa triple) donde se percibe la condición bucal general del paciente.

La sonda o explorador no debiera emplearse en el examen ya que se ha demostrado que puede transferir microorganismos cariogénicos desde un sitio a otro (Loesche et al, 1979) y dañar la integridad de la superficie del esmalte cavitando zonas que se encuentran desmineralizadas, generando condiciones para el desarrollo de caries (Ekstrand et al, 1987; Yassin, 1995). Por esta razón, se considera el uso del explorador en la detección de caries como obsoleto y se prefieren métodos no invasivos.

Como ya se mencionó anteriormente, macroscópicamente el esmalte normal es duro y brillante, pues sus cristales de flúorhidroxiapatita carbonatada densamente empaquetados le otorgan un aspecto de vidrio. Microscópicamente los cristales están separados por microporos diminutos ocupados por agua y materia orgánica, que durante el proceso carioso por disolución de los cristales aumentan de tamaño. Este aumento de la porosidad interna y la erosión superficial generan irregularidades que dispersan difusamente la luz modificando las propiedades ópticas del tejido: más blanco y opaco. Como la translucidez del esmalte es un fenómeno óptico que depende del tamaño de los espacios intercristalinos, es natural que el contenido de estos espacios determine cambios, por los diferentes índices de refracción (esmalte: 1.62) que se intensifican cuando los poros, con el secado, son ocupados por aire.

Cuando el proceso de caries se desarrolla en fosas y fisuras, la inspección visual puede ofrecer cambios en las propiedades ópticas: pigmentación y/o opacidad periférica. El color más oscuro dejó de ser indicio de caries, al comprobarse que los surcos remineralizados eran más oscuros, al tiempo que duros y brillantes. (Basso M., 2002).

Una mancha blanca en esmalte que sólo se visualiza cuando se seca prolijamente el esmalte, probablemente ha penetrado hasta la mitad del esmalte; en cambio, una mancha blanca o parduzca visible sobre la superficie dentaria húmeda ha penetrado todo el esmalte y la desmineralización llega probablemente hasta la dentina. Puede haber desmineralización en la dentina antes de haber cavitación, pero la lesión puede detenerse si se establece un buen control de placa y medidas preventivas adecuadas.

Para la detección clínico específico de caras oclusales, los criterios diagnósticos se basan fundamentalmente en la observación del surco previamente limpiado con una escobilla o copa de profilaxis a baja velocidad, sin emplear pasta de limpieza, lavado con abundante *spray* de agua-aire, secado posterior y con la luz del equipo dental iluminando en forma directa la superficie dental.

Una desventaja de este método es la falta de discriminación entre lesiones de esmalte profundas y lesiones incipientes en dentina. (Côrtes et al, 2000) Además este método proporciona una detección pobre de las lesiones oclusales pequeñas y utiliza la desmineralización del esmalte, la opacidad y la decoloración como signos de caries.

## **2.- EXAMEN RADIOGRÁFICO**

Es el método más utilizado como complemento del examen visual clínico. Permite detectar lesiones que por su tamaño y localización son difíciles de detectar en un examen visual, por ejemplo caries proximales incipientes de superficies ocultas. También detecta caries residuales, muestra la relación existente entre la caries y la cámara pulpar, permite conocer la morfología de ella y la anatomía del diente expuesto. Sin embargo este examen presenta limitaciones tales como:

**A)** La pérdida de tejidos calcificados del diente se hace visible a la radiografía siempre que la pérdida de calcio produzca un cambio absorcional de los rayos X observable a la inspección radiográfica. Puede existir caries y no ser detectada en la radiografía debido a que no existe una descalcificación que origine un cambio absorcional evidente, por lo que se menciona su incapacidad para detectar aquellas lesiones incipientes de esmalte.

**B)** El examen radiográfico sólo muestra la zona más descalcificada de la lesión y no la totalidad de ella.

**C)** Revela una imagen bidimensional de un objeto tridimensional, apareciendo superpuestas las paredes vestibular y palatina, además de la sobreprotección que ocurre de estructuras blandas y duras de la cabeza del individuo, lo que determina una imagen no coincidente con el original, influyendo en la detección.

Con respecto a la detección de caries oclusales, la radiografía bitewing es de gran ayuda en la detección de caries dentinaria oclusal no cavitada y combinada con la inspección visual muestra gran seguridad diagnóstica (Lussi A., Francescut P., 2003). Debe tenerse en cuenta que nunca debe tomarse una decisión de tratamiento basada sólo en la observación radiográfica.

La técnica utilizada para tomar este tipo de radiografías es la técnica del paralelismo debido a que cumple perfectamente los principios proyeccionales: distancia objeto-película mínima (contacto película-corona dentaria), paralelismo objeto-película y rayo central (RC) con una incidencia perpendicular al objeto.

Aunque todas las superficies oclusales son visibles clínicamente, no todas las caries de puntos y fisuras se visualizan en la radiografía, sólo lo hacen aquellas orientadas en la misma dirección de los rayos X, es decir, las fisuras bucales y linguales o palatinas. Las caries que afectan estas áreas se registran en la radiografía como un trazo fino, rectilíneo y radiolúcido. Cuando la caries fisural compromete la dentina, se extiende en forma de abanico dando una imagen radiolúcida en la dentina próxima al extremo inferior de la fisura.

Otra desventaja es el incremento de sobre- exposición a los rayos X que se somete a los pacientes, aunque esto está discutido ya que la cantidad de radiación utilizada y el tiempo de exposición son mínimos y no significan daño para el paciente.

### **3.- TRANSILUMINACIÓN CON FIBRA ÓPTICA (TIFO; FOTI)**

Este método se utiliza ampliamente en el diagnóstico de caries proximales (Deery et al, 2000; Peers et al, 1993) y se ha sugerido que podría ser útil en la detección y evaluación de la profundidad de lesiones oclusales (Cortes et al, 2000; fénix-Ie et al, 1998).

Se utiliza en conjunto con el examen visual y ha demostrado un comportamiento superior al examen radiográfico en la detección de caries oclusales en dentina justo bajo el límite amelo-dentinario. (Wenzel et al, 1992)

El método FOTI utiliza las propiedades de transiluminación de las lesiones de esmalte que están porosas y de superficies sanas. Cuando las lesiones de esmalte son transiluminadas, aparecen grises y opacas en contraste con la translucidez de un esmalte normal (sano). Cuando las lesiones son dentinarias, una sombra naranja-café aparece desde dentro del diente.

Pese a lo bueno que parece ser el comportamiento de este método, se requiere más información en relación al diagnóstico de caries oclusales.

### **4.- CONDUCTANCIA ELÉCTRICA (ECM)**

Este método mide la resistencia eléctrica del diente. El esmalte intacto tiene una alta resistencia (lo que se traduce en baja conductancia eléctrica) pero una vez que se vuelve poroso, por hipomineralización y/o desmineralización, la resistencia disminuye considerablemente ya que la lesión contiene más agua, las cavidades microscópicas desmineralizadas dentro del esmalte se llenan de saliva y por lo tanto aumenta la conductancia eléctrica.

En contraste al esmalte, la dentina tiene una relativa baja resistencia y esta propiedad se usa para diferenciar esmalte sano de lesiones de esmalte que involucran dentina.

Hay que tener en cuenta que la conductancia cambia incluso cuando la superficie está aparentemente intacta (en el caso de las caries dentinarias bajo esmalte microscópicamente sano).

Se han desarrollado dos tipos de instrumentos que trabajan con este método:

El primero incorpora una sonda con aire coaxial. La resistencia del diente se mide en la zona que toca la sonda mientras el esmalte está siendo secado (Electronic Caries Monitor o ECM, Lade Diagnostic, Groningen, ECR, The Netherlands).

El segundo tipo de instrumento tiene una sonda que se ubica en la superficie oclusal del diente que ha sido previamente secada con aire (Caries Meter L, Onuki Dental Co, Ltda., Japón). Se asegura el buen contacto de la sonda si se pone una pequeña cantidad de conductor en el sitio a medir.

Se ha sugerido una modificación a la primera técnica cubriendo la totalidad de la superficie oclusal con un medio conductor, lo que resulta en un diagnóstico de superficie específico (Huysmans et al, 1995).

Dentro de las ventajas de este método es que es un método de detección de caries cuantitativo ya que entrega valores que pueden ser interpretados, por lo tanto, entrega la posibilidad de monitorear los cambios de la lesión a través del tiempo.

Este método ha demostrado tener una alta especificidad y sensibilidad y en estudios realizados ha demostrado ser superior al examen radiográfico.

Una de las desventajas mencionadas es la influencia que podría tener en su comportamiento diagnóstico la presencia de residuos en la superficie del diente, registrándose valores adulterados.

## **5.- FLUORESCENCIA LÁSER**

Mide la fluorescencia del diente que es inducida después de irradiarlo con luz para discriminar entre caries y esmalte sano. Se acepta que la fluorescencia del esmalte es baja en áreas de contenido mineral reducido y que hay una relación entre pérdida de minerales y la cantidad de fluorescencia emitida.

Existen dos métodos que emplean esta técnica: QLF y DIAGNOdent.

**A) Fluorescencia láser cuantitativa o quantitative laser fluorescence (QLF):** Es un método que mide la fluorescencia del diente después de usar luz láser de longitud de onda de 488 nm o cercana a ella para cuantificar la desmineralización del diente y la severidad de la lesión.

Este método se utiliza para detectar caries de esmalte incipiente en superficies lisas accesibles (caras libres) y pocos estudios han evaluado su habilidad para detectar caries oclusales en puntos y fisuras.

Dentro de sus desventajas se cuenta la influencia que pueden tener en su comportamiento de detección el estado seco o húmedo de la fisura, los depósitos que puedan encontrarse en ella o la morfología propia de puntos y fisuras.

QLF sólo puede discernir la desmineralización del esmalte y no puede diferenciar entre caries, hipoplasia o fallas anatómicas inusuales. No está diseñado para discriminar entre lesiones restringidas al esmalte y aquellas que se extienden a la dentina.

**B) DIAGNOdent:** Este aparato pertenece a la firma germana KaVo. Se introdujo en la década del 90 y aunque tiene pocos estudios a su haber ha sido utilizado como método alternativo en la detección de caries oclusal.

DIAGNOdent mide la cantidad de fluorescencia de la superficie y zonas profundas del diente (Konig et al, 1999), la que parece estar directamente relacionada con la severidad de la caries (Lussi et al, 2001; Shi et al, 2000).

El diente es iluminado con luz láser de longitud de onda de 655 nm la cual es absorbida por la sustancia orgánica e inorgánica del diente (Longbottom et al, 1998; Lussi et al, 1998). Parte de la luz es re-emitida como luz fluorescente cercana a la infrarroja. Los cambios en la sustancia del diente asociados a la progresión de la caries son reflejados en un incremento en la cantidad de luz fluorescente la cual es analizada y cuantificada, entregando el instrumento en un monitor, valores numéricos.

El instrumento consta de una sonda de fibra óptica la cual se pasa sobre el área a diagnosticar, “escaneándola”. Dos valores se muestran en el monitor: el valor actual de la posición de la sonda (el del “momento”) y el valor máximo para toda la superficie examinada (“peak”).

Las instrucciones para su uso especifican que el área oclusal a ser diagnosticada debe estar limpia ya que el comportamiento de detección podría verse influenciado por la presencia de residuos en la superficie del diente, los cuales bloquean la fluorescencia proveniente de las capas profundas, es por esto que los fabricantes recomiendan realizar el examen en una superficie del diente libre de tinciones, cálculos o placa bacteriana.

Las instrucciones sugieren que, en general, lecturas entre 0 y 9 indican esmalte sano o caries incipiente de esmalte; valores entre 10 y 17 indican caries de esmalte y valores mayores que éstos (18-99) revelan caries dentinaria.

Se ha demostrado en estudios que el DIAGNOdent muestra una mayor seguridad diagnóstica en la detección de caries dentinaria que en caries de esmalte. Los autores sugirieron que los valores del DIAGNOdent eran más dependientes del volumen de la caries que de la profundidad de la lesión (Shi et al, 2000).

Dentro de sus propiedades, DIAGNOdent combina su alto comportamiento para detectar caries y su excelente reproducibilidad, lo que indica que este método basado en láser puede ser considerado como una herramienta útil en el monitoreo longitudinal de caries y en el asesoramiento de intervenciones preventivas (Lussi et al., 1999).

No se requiere secar la superficie del diente a diagnosticar antes de usar DIAGNOdent, aunque un estudio mostró que hay una diferencia sistemática entre los datos de registro de medidas bajo condiciones húmedas y secas (Sheehy et al., 2001). Esto parece no afectar la seguridad diagnóstica del DIAGNOdent e implicaría que cuando se usa, los dientes podrían estar secos o mojados.

Dentro de las ventajas que presenta, se describe como un método simple, fácil de usar, no invasivo y que provee medidas cuantitativas que permiten seguir los cambios de la estructura del diente en el tiempo. Parece también tener mayor seguridad diagnóstica que el examen radiográfico.

Dentro de sus desventajas se cuenta que al parecer, no tendría la capacidad de detectar lesiones incipientes de esmalte; al ser un método relativamente “nuevo”, requiere de más estudios científicos que avalen su comportamiento diagnóstico el cual puede verse influenciado por la presencia de cálculos, detritus, tinciones y defectos morfológicos del esmalte, lo que puede resultar en lecturas erróneas. Se requiere una búsqueda exhaustiva para determinar si la remoción de tinciones antes de medir con DIAGNOdent le da validez al método (Lussi et al., 1999).

Otra desventaja, en cuanto a decisión de tratamiento, es que DIAGNOdent sólo detecta caries y no diferencia entre lesiones activas y detenidas (Sheehy et al., 2001).

Debido a su rapidez y alta especificidad, el examen visual permanece como el método de primera elección y se sugiere que este examen se realice antes de cualquier otra técnica. DIAGNOdent podría usarse entonces, en sitios de duda clínica, como segunda opinión o diagnóstico adjunto (Lussi et al., 1999).

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General.**

- Validar histológicamente la técnica de examen visual, radiográfico y un sistema de fluorescencia láser en el diagnóstico in vitro de caries oclusales.

### **Objetivos Específicos.**

- Determinar especificidad y sensibilidad de la técnica visual validada por observación histológica.
- Determinar especificidad y sensibilidad de la técnica radiográfica validada por observación histológica.
- Determinar especificidad y sensibilidad de la técnica que utiliza un sistema fluorescente láser (DIAGNOdent) validada por observación histológica.
- Establecer la eficacia de los examinadores para cada método diagnóstico.
- Determinar la mejor técnica para la detección de caries oclusa.

## MATERIALES Y METODOS

El presente estudio epidemiológico obedece a un diseño de tipo específico de sensibilidad y especificidad donde la variable dependiente corresponde a la caries y las variables independientes son cada uno de los métodos o pruebas de detección: examen visual, examen radiográfico y DIAGNOdent, los cuales fueron realizados por cuatro examinadores en forma ciega. Este estudio se realizó in Vitro y luego se llevó a cabo una validación histológica.

Para seleccionar la muestra se realizó un cálculo estadístico a través de la siguiente fórmula que determinó -con un intervalo de confianza de 95%- que 81 puntos eran representativos del universo:

$$N = \frac{Z_{\alpha}^2 \times P \times (1-P)}{i^2}$$

Donde: N = Número de puntos necesarios.  
Z<sub>α</sub> = Valor de Z para el riesgo a asumido (1,96 para α = 0,05).  
P = Valor de la proporción real que se cree que existe en la población.  
I = Precisión con la que se desea estimar la proporción.

Según la fórmula, se seleccionaron 129 puntos de un total de 60 molares y premolares permanentes superiores e inferiores los que fueron seleccionados de un pool de dientes, correspondiendo este número a la muestra. Los puntos seleccionados, correspondían a las principales fisuras, fosas y surcos de la cara oclusal de cada diente. La mayoría de estos dientes fueron extraídos por indicaciones ortodóncicas o periodontales. De éstos, 21 corresponden a premolares y 39 a molares. Dentro de los criterios de inclusión para los dientes en este estudio se cuentan la aparente ausencia de: restauraciones oclusales de cualquier tipo, puntos hipoplásicos y cavitación oclusal franca por caries.

Desde el momento de su recolección los dientes fueron almacenados en suero fisiológico. Para descontaminar los dientes y remover detritus de la superficie, los dientes fueron sumergidos en solución de hipoclorito de sodio al 5% por 20 minutos. Posteriormente, fueron lavados con agua corriente, utilizando una espátula Lecrón para eliminar restos de tejidos y tártaro presente tanto en la corona como en la raíz. En algunos dientes fue necesario realizar destartraje y limpieza usando un Cavitron. Luego de esto, los dientes fueron almacenados nuevamente en suero fisiológico por un período mínimo de dos semanas.

Posteriormente, fueron montados individualmente en bloques de yeso piedra de 2 x 2 cm. El montaje de los dientes se realizó en posición anatómica, con la pared palatina / lingual de éstos muy cercana a una pared del bloque de yeso para facilitar la toma posterior de radiografías.

Una vez montados, se procedió a numerarlos en forma aleatoria, ubicando el número del diente en la base del bloque con un lápiz indeleble de tinta azul, punta de 0.5 marca Staedler. Los puntos seleccionados fueron indicados con una línea azul sobre el bloque de yeso, asignándoles, además, las letras A, B y C de izquierda a derecha para facilitar su identificación.

Se obtuvo además, fotografías digitales de las caras oclusales de los 60 dientes para utilizarlos como guía para los exámenes visual y DIAGNOdent, y para el posterior corte de los dientes. Sobre cada imagen se trazaron líneas rojas para demarcar los puntos a diagnosticar, asignando una letra a cada punto.



Foto N° 1.- Toma estandarizada de fotos de los dientes con una cámara digital.

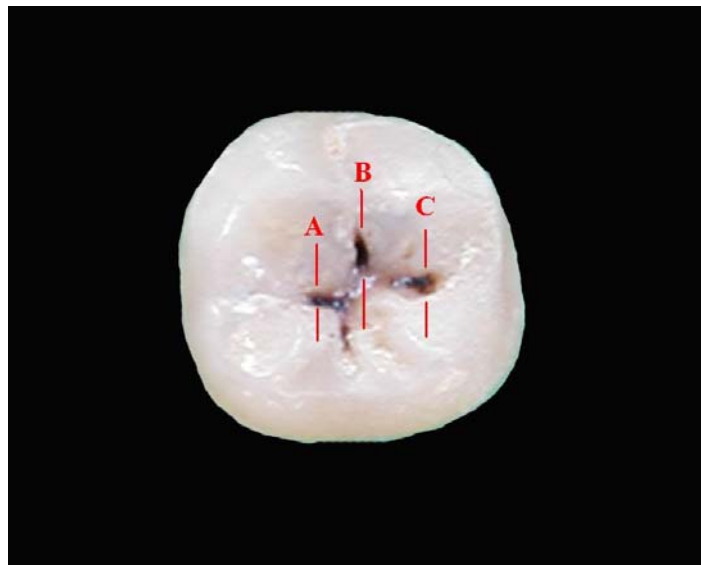


Foto N° 2.- Fotografía de la cara oclusal de un diente. Las líneas rojas con sus respectivas letras indican el punto a diagnosticar.

Cuatro examinadores seleccionados en forma intencionada participaron en este estudio. Se seleccionaron dos odontólogos con un mínimo de siete años de experiencia en el diagnóstico de caries. Uno de ellos perteneciente a la Cátedra de Odontología Preventiva de la Escuela de Odontología de la Universidad de Valparaíso. El segundo odontólogo corresponde a un especialista en Radiología de la misma Facultad. Conformaron además el grupo examinador las dos alumnas tesisistas.

Cada diente fue examinado por turno por los 4 examinadores en forma independiente usando cada uno de los tres métodos diagnósticos mencionados anteriormente: examen visual, radiográfico y con DIAGNOdent. Se dejó pasar una semana, entre cada examen para asegurar la condición de ciego.

Se obtuvo radiografías periapicales (películas intraorales D-Speed DF58, Kodak) de todos los dientes incluidos en el estudio, empleando un equipo radiográfico marca Gendex GX -770, perteneciente al Servicio de Radiología de la Escuela de Odontología de la Universidad de Valparaíso. Para este propósito, las radiografías fueron tomadas por un radiólogo (el mismo que después haría de examinador), usando un estandarizador de películas, con la técnica del paralelismo, a 70 kV, 7 mA y un tiempo de exposición de 0.50 seg. en premolares y 0.56 seg. en molares.



Foto N° 3.- Toma de radiografías con estandarizador.

El revelado de las películas radiográficas se realizó el mismo día de la exposición en una máquina reveladora automática marca Dürr Periomat del mismo Servicio Radiológico. El ciclo total de revelado duró aproximadamente 12 minutos. Las radiografías fueron puestas en un trozo de cartulina blanca para facilitar su manipulación y para escribir el número que las identificaría.

Las radiografías fueron codificadas con números romanos para establecer la condición de ciego. Estos números fueron asignados en forma aleatoria por una tercera persona. A cada radiografía se le superpuso un trozo de papel celofán transparente sobre el cual se marcaron con líneas azules discontinuas los puntos a diagnosticar. Esto se realizó para ubicar con mayor facilidad el punto a diagnosticar por parte del examinador y de esta forma evitar el diagnóstico de posibles puntos erróneos. Las marcas se efectuaron con la ayuda de un compás de dos puntas con el cual se midió en el diente la distancia a la cual se encontraban los puntos para luego marcarlos en el papel celofán.

### **Examen Visual.**

Se realizó una pauta de instrucciones para cada uno de los examinadores sobre la forma de realizar el examen. Se pidió detectar caries en cada punto señalado en la superficie oclusal del diente usando luz artificial de un equipo dental y a ojo desnudo. Se utilizó como guía para ubicar el punto a diagnosticar la imagen digital de la cara oclusal de cada diente, eliminando de esta forma la posibilidad de diagnosticar un punto erróneo. El examinador podía usar aire de la jeringa triple por 5 segundos y utilizar la sonda sólo para remover detritus, no para detectar caries.

Los dientes fueron examinados en forma correlativa, anotándose el diagnóstico de cada zona señalada en una plantilla especialmente diseñada, que asignaba los siguientes valores:

0: sano

1: caries de esmalte hasta el LAD inclusive.

2: caries de dentina.

No se realizó una calibración previa de los examinadores para realizar el diagnóstico de los puntos. Esto con el fin de cumplir el objetivo de evaluar la habilidad diagnóstica de odontólogos de distintas áreas del quehacer odontológico.

### **Examen Radiográfico.**

Se realizó una pauta de instrucciones para cada uno de los examinadores sobre la forma de realizar el examen. El examen se realizó con la ayuda de un negatoscopio y una lupa de aumento de 2x. El examinador debía guiarse por las líneas marcadas sobre el papel celofán para ubicar el punto a diagnosticar. No se realizó una calibración previa de los examinadores. El diagnóstico de cada zona señalada se asignaba según la siguiente clasificación, dada por la profundidad de la radiolucidez observada:

0: sano (sin radiolucidez)

1: caries de esmalte hasta el LAD inclusive.

2: caries de dentina

Los resultados debían anotarse en una plantilla entregada para tal efecto, registrando el diagnóstico de cada zona en la columna correspondiente a cada diente.

### **DIAGNOdent.**

Al igual que en los exámenes anteriores se realizó una pauta de instrucciones para cada uno de los examinadores sobre la forma de realizar el examen. El aparato DIAGNOdent (KaVo) fue proporcionado por la Central Odontológica de Viña del Mar de la Armada de Chile. Se eligió para el examen la “punta A” de la sonda. Se llevó a cabo la calibración de los examinadores en el momento previo al examen para instruirlos en el uso del aparato. Se examinó cada diente, de manera correlativa. Se calibró, al comenzar, el instrumento en una zona sana del diente, procediendo después al examen de la superficie oclusal. Se registró en una plantilla el valor más alto (“peak”) obtenido en cada punto a diagnosticar. Se indicó a los examinadores recalibrar el instrumento cada 10 dientes testeados (según indicaciones del fabricante). Al momento del examen, la punta de la sonda examinadora debía encontrarse en ligero contacto con la superficie a diagnosticar del diente. Se utilizó como guía para ubicar el punto a diagnosticar la imagen digital de la cara oclusal de cada diente, eliminando de esta forma la posibilidad de diagnosticar un punto erróneo.



Foto N° 4.- Aparato DIAGNOdent.

Una vez realizado el examen con DIAGNOdent, se hizo la conversión de los puntajes obtenidos a la clasificación predeterminada por el fabricante:

Peak

0 - 9: Sano.

10-17: Caries de esmalte.

18-99: Caries de dentina.

### **Examen histológico.**

Una vez realizados todos los exámenes, se procedió al corte de los dientes en los puntos a diagnosticar en sentido vestíbulo/ lingual-palatino usando un disco de diamante de 10.2 cm. X 0.3 mm. (n° 11- 4244, Buehler) con una sierra de baja velocidad (Isomet, Buehler). Los cortes se realizaron a la velocidad 8. Se utilizó como guía para ubicar el punto a cortar la imagen digital de la cara oclusal de cada diente y la línea anteriormente marcada en el bloque de yeso, eliminando de esta forma la posibilidad de cortar un punto erróneo.



Foto N° 5.- Maquina utilizada para corte dentario.

Luego de realizados los cortes, se procedió a marcar cada sección de corte obtenido con un lápiz de tinta indeleble con el fin de facilitar su identificación y ubicación. La marca realizada fue un círculo. Mirando las caras oclusales de los dientes desde arriba, de izquierda a derecha los colores fueron los siguientes: rojo, negro, verde y azul. Posteriormente se realizó un corte transversal a nivel del cuello de los dientes con un disco de carburundum para obtener los cortes dentarios. Los cortes obtenidos de cada diente fueron almacenados en receptáculos individuales, rotulados con el número del diente en su tapa. Las secciones fueron examinadas bajo la luz de microscopio óptico por el Director de Investigación de la Escuela de Odontología de la Universidad de Valparaíso. Se utilizó un microscopio óptico Olympus SZ 6045 ubicado en el Laboratorio de Investigaciones Odontológicas de la Escuela de Odontología de la Universidad de Valparaíso. Los cortes fueron observados con la menor magnificación, la que corresponde a 4x.



Foto N° 6.- Microscopio utilizado para la validación histológica.

Se evaluó la presencia o ausencia de caries extendida en esmalte o dentina. El examinador no fue informado de los resultados de los diagnósticos previos para mantener la condición de ciego. Se registró en una plantilla los resultados obtenidos de cada corte de acuerdo a la siguiente clasificación:

- 0: sano.
- 1: caries de esmalte hasta el LAD inclusive.
- 2: caries de dentina.



Foto N° 7.- Corte con clasificación histológica 0: sano.



Foto N° 8.- Corte con clasificación histológica 1: caries de esmalte.



Foto N° 9.- Corte con clasificación histológica 2: caries dentinaria.

**Metodología estadística.**

Los datos se tabularon mediante una planilla electrónica EXCEL y se analizaron mediante el software estadístico SPSS 11.5 (SPSS Inc., Chicago, Ill., USA). La concordancia interexaminadores se calculó mediante el test de kappa de Cohen y las correlaciones mediante el test no-paramétrico de Spearman.

Posteriormente se calculó la moda para cada instrumento diagnóstico, se calculó la concordancia con la validación histológica para cada nivel de lesión (valores 1 y 2) y sus correspondientes correlaciones mediante el test de Spearman.

Se calculó la sensibilidad y especificidad para cada examinador por instrumento diagnóstico en los niveles de lesiones 1-2 y se agruparon en la moda para determinarlas según instrumento de diagnóstico.

El nivel de significancia se fijó en 0,05.

## DISCUSIÓN

Las propiedades ideales de un test de detección son una alta sensibilidad y especificidad, sin embargo, esto no es siempre posible debido a que usualmente están en relación inversa. Mientras más resultados verdaderos positivos más sensible es el test y mientras más resultados verdaderos negativos, más específico es. Los métodos convencionales de detección (inspección visual y radiografía) muestran una baja sensibilidad, pero alta especificidad. Esto significa que ellos son buenos para detectar dientes sanos, pero no para la detección de dientes con caries. Según Costa et al. (2002), la ventaja de la alta especificidad es el pequeño número de falsos positivos diagnosticados, lo que minimiza el riesgo de restaurar dientes sin indicación.

En cuanto a la inspección visual, es aún el método de primera elección por presentar una alta especificidad. Además es más barato, rápido y práctico. En este estudio no se utilizó sondaje debido a que se sabe que puede provocar daño en un esmalte desmineralizado y además, no incrementa la sensibilidad del examen visual, según lo expresado por Costa et al. (2002).

Según Chong et al. (2003), la sensibilidad de la radiografía convencional en la detección de lesiones proximales ha sido validada. Sin embargo, su uso para la detección temprana de caries oclusal de esmalte ha sido considerado de limitado valor debido a la superposición de esmalte sano adyacente. A pesar de esto, recomienda este método como un examen adjunto a la observación clínica y a la detección de caries oclusal, particularmente de caries dentinaria.

Por otro lado, la placa bacteriana y el tártaro en las fisuras pueden dar resultados falsos positivos. En efecto, Côrtes et al. (2003) encontraron que la performance diagnóstica de todos los métodos es reducida en presencia de tinciones y lesiones puntiformes cafés. Por lo tanto, como requisito previo para el método diagnóstico visual y de láser fluorescente, las superficies de todos los dientes a examinar deben ser cuidadosamente limpiadas previo a su examen. De esta forma la presencia de tinciones exógenas, depósitos de material orgánico o cálculo (que pueden ser registrados como un cambio potencial en esmalte o dentina) serán eliminados como posible fuente de error. Este es un prerrequisito importante de realizar antes de las mediciones con DIAGNOdent porque el instrumento es sensible a la presencia de tinciones, depósitos y cálculos, al igual que a la presencia de hipoplasias y fluorosis. Estos factores pueden ser falsamente registrados como un cambio en el esmalte o dentina (Bamzahim et al.; 2002). Côrtes et al. (2003) encontraron que para DIAGNOdent los puntajes fueron más altos en presencia de tinciones y la escala de puntajes necesitó ser mucho más alta. Por tal motivo se procedió en este estudio a sumergir los dientes en una solución de hipoclorito de sodio al 5% por 10 minutos para retirar los depósitos que se encontraban en la superficie de los dientes. Se comprobó en esta investigación que al medir con DIAGNOdent se encontraron diferencias en los puntajes antes y después de sumergir los dientes en hipoclorito, obteniéndose valores menores después de sumergidos.

Chong (2003) han demostrado que pueden existir diferencias significativas entre instrumentos similares y que las soluciones de almacenaje y el tiempo influyen las medidas de DIAGNOdent. Sin embargo en este estudio el aparato utilizado fue siempre el mismo.

DIAGNOdent mostró los valores de sensibilidad en esmalte y dentina más altos (36.36% y 91% respectivamente) en relación al examen visual y radiográfico. En cuanto a la especificidad en esmalte y dentina, los valores más altos los mostró el examen visual con 86% en esmalte y 100% en dentina.

No se encontró diferencia significativa entre los tres métodos para sensibilidad de esmalte ( $p > 0.05$ ). Para la sensibilidad en dentina, se encontró diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre el examen visual y radiográfico y entre el examen radiográfico y DIAGNOdent. Se encontraron diferencias significativas para la especificidad de esmalte entre el examen visual y radiográfico ( $p < 0.05$ ), así como también para la especificidad de dentina entre el DIAGNOdent y los exámenes visual y radiográficos.

DIAGNOdent pese a que presenta los valores de sensibilidad en esmalte más altos comparados con el examen visual y radiográfico, presenta un desempeño inferior al demostrado por Côrtes et al. (2002) en el cual se observan valores de 72%. Esta diferencia puede resultar del empleo de similares escalas de puntaje de DIAGNOdent entre el presente estudio y el de Côrtes. Otro factor que debe ser considerado es la posible experiencia previa de los examinadores con DIAGNOdent. Los valores de sensibilidad en dentina y especificidad en ambos tejidos son similares a los obtenidos en nuestro estudio, cercanos al 90%.

En el estudio realizado por Costa et al. (2002) se utilizó el mismo criterio de clasificación para el examen visual usado en nuestro trabajo de investigación. Sin embargo, ella obtuvo valores de sensibilidad tanto en esmalte como en dentina menores a los registrándose en este estudio, 18.7% y 14,3% respectivamente. Esto puede deberse a una mayor experiencia diagnóstica por parte de los examinadores, o por la influencia en el diagnóstico final que pudo haber ejercido la imagen digital. En cuanto a la especificidad se obtuvieron valores bastante cercanos a los presentados por Costa (2002) los que corresponden a un 100% para esmalte y dentina.

El sistema radiográfico presentó la más baja performance en este estudio al igual que en el estudio de Costa (2002), aunque en este último la sensibilidad de esmalte fue extremadamente baja (0%). Una diferencia respecto al estudio de Costa es el innovador uso en esta investigación de una lupa para mejorar el examen de las radiografías.

El bajo rendimiento del examen radiográfico se puede deber a que las radiografías no son un buen método para diagnosticar lesiones incipientes de esmalte oclusales debido a la superposición de esmalte sano. Para lesiones extendidas dentro de dentina los valores de sensibilidad son similares a los obtenidos por Costa (2002).

Los altos valores de especificidad (65% para esmalte y 100% para dentina) indican un pequeño número de resultados falsos positivos, lo que se compara a Costa (2002) con resultados de 73,7% y 100% para esmalte y dentina respectivamente.

Sin embargo, estos resultados pueden ser usados para darnos una idea del mejor sistema para diagnosticar caries oclusal en dientes in vivo. Según Attrill (2001) el mejor o más eficiente sistema será aquel con la más alta combinación de sensibilidad y especificidad y los más altos valores kappa. En este estudio se consideró más eficiente aquel con la mejor combinación de sensibilidad y especificidad.

En este estudio los valores más altos de sensibilidad están dados por DIAGNOdent y en cuanto a especificidad están dado por el examen visual, por lo tanto sería conveniente para efectuar un buen diagnostico clínico utilizar en conjunto el examen visual y DIAGNOdent.

En cuanto a la eficacia, en el examen visual y radiográfico los mayores valores de sensibilidad los mostró un profesional, esto puede deberse a la mayor experiencia de éste sobre las tesistas. Los valores de especificidad para el examen visual los lograron las tesistas, mientras que para el examen radiográfico en esmalte los registro una tesista y en dentina un profesional. En el examen DIAGNOdent los mayores valores de sensibilidad en esmalte los logró una tesista y en dentina un profesional. En tanto, los de especificidad los obtuvo un profesional. Sin embargo estos resultados no se deben extrapolar debido a la pequeña muestra de este estudio.

Este estudio fue llevado a cabo in vitro y por lo tanto deben tomarse algunas consideraciones si se desea extrapolar estos resultados a una situación in vivo. Se debe considerar las dificultades potenciales de la examinación como por ejemplo, el acceso visual limitado al área a diagnosticar, detritus sobre las superficies y los movimientos linguales, tal como lo señala Ricketts et al. (1995). Además en la clínica las lecturas de DIAGNOdent pueden ser influenciadas por otras variables del medio bucal, tales como saliva, bacterias y temperatura corporal. Sin embargo Lussi (1999) mostró que no existe diferencia significativa entre dientes secos y húmedos en términos de sensibilidad y especificidad (Costa et al.; 2002).

DIAGNOdent puede proveer una técnica alternativa con las ventajas de que otorga información diagnóstica cuantitativa y repetible. Además es fácil de usar, una vez familiarizado con él, y es un método no invasivo para monitorear la progresión de una lesión cariosa sospechosa, principalmente en fisuras, debido a que incrementa la sensibilidad de la examinación clínica.

DIAGNOdent puede ser útil como un predictor clínico, sin embargo, con apropiado entrenamiento, el examen visual puede ofrecer similares resultados sin la necesidad de equipamiento adicional. Sin embargo, cuando es usado por examinadores inexpertos puede ser un adjunto útil al diagnóstico visual por la virtud de su eficacia y repetibilidad.

De acuerdo a este estudio se espera que el uso de más de una técnica de detección mejore la eficacia del diagnóstico, combinando los valores de sensibilidad y especificidad de cada una de ellas. Esto concuerda con lo expresado por Chong (2003): “Es esperado que la eficacia del diagnóstico de las lesiones dentarias ocultas pueda aumentar cuando los resultados de las tres técnicas son combinadas”.

## CONCLUSIONES

- El examen visual entregó los valores más altos de especificidad en esmalte y dentina.
- El examen radiográfico se mostró como el método de más bajo performance en el diagnóstico de caries oclusales, de acuerdo a sus valores de sensibilidad y especificidad.
- Los mayores valores de sensibilidad en esmalte y dentina los presentó DIAGNOdent.
- En el examen visual y radiográfico los mayores valores de sensibilidad los mostró un profesional. Los valores de especificidad para el examen visual los lograron las tesistas, mientras que para el examen radiográfico en esmalte los registro una tesista y en dentina un profesional.
- En el examen DIAGNOdent los mayores valores de sensibilidad en esmalte los logró una tesista y en dentina un profesional. En tanto, los de especificidad los obtuvo un profesional.
- El examen visual es la técnica de primera elección para la detección de caries oclusales, pudiendo utilizarse DIAGNOdent como una herramienta diagnóstica complementaria, sobre todo en personas con poca experiencia clínica.

## **SUGERENCIAS**

Se sugiere realizar este mismo estudio in vivo debido a los factores que pueden influir en el diagnóstico de caries como calculo, tinciones y desmineralizaciones. Además, se sugiere realizar este estudio en otras superficies del diente como caras proximales y en lesiones cervicales, así como también, repetir la experiencia en dientes temporales.

En estudios posteriores in vitro debe considerarse el efecto del medio de almacenaje de los dientes sobre el patrón de fluorescencia.

Se recomienda antes de utilizar DIAGNOdent leer cuidadosamente las instrucciones del fabricante sobre el proceso de calibración del instrumento. Una mala comprensión de las instrucciones puede llevar a resultados alejados de la realidad.

Por ser DIAGNOdent un método diagnóstico poco utilizado y conocido se recomienda hacer una calibración más acabada de los examinadores previa a la etapa diagnóstica.

## RESUMEN

**Objetivo.** Determinar la sensibilidad y especificidad del examen visual, radiográfico y DIAGNOdent en la detección de caries oclusales y de esta forma determinar la eficacia de éstos.

**Diseño.** Estudio in vitro, cuatro examinadores en forma ciega. Se efectuó una validación histológica de todos los exámenes.

**Materiales y Métodos.** Sesenta dientes posteriores permanentes fueron examinados en turnos por cuatro examinadores usando cada uno de los tres sistemas de diagnóstico.

La sensibilidad y especificidad fue calculada para cada sistema de detección, además de la eficacia de los examinadores en cada examen. La repetibilidad interexaminador se calculó para cada sistema diagnóstico utilizando la estadística kappa de Cohen y la correlación entre los exámenes se calculó con el coeficiente de correlación de Spearman.

**Resultados.** Los mayores valores de sensibilidad los entregó DIAGNOdent con 91% en dentina. El examen visual entregó los mayores valores de especificidad con 100% en dentina. Los valores de kappa para la repetibilidad interexaminador fueron bajos, al igual que los de correlación de Spearman.

**Conclusión.** El examen visual entregó los valores más altos de especificidad en esmalte y dentina. Los mayores valores de sensibilidad en esmalte y dentina los presentó DIAGNOdent. El examen visual es la técnica de primera elección para la detección de caries oclusales, pudiendo utilizarse DIAGNOdent como una herramienta diagnóstica complementaria, sobre todo en personas con poca experiencia clínica.

## RESULTADOS

Se eliminó del análisis estadístico un corte dentario fracturado en una etapa previa al examen histológico. Los examinadores n° 1 y 2 corresponden a las alumnas tesistas, mientras que los examinadores n° 3 y 4 corresponden a los odontólogos que colaboraron en los exámenes.

La evaluación histológica de los 60 dientes (128 puntos) mostró que 43 puntos (33.5%) estaban sanos, 60 (46.8%) con lesión confinada a esmalte pudiendo o no incluir el límite amelo dentinario y 25 (19.5%) presentaron caries dentinaria. Por otra parte, se encontraron 11 dientes sanos (18.3%) y la prevalencia de lesiones encontradas en la muestra fue 30 dientes con caries de esmalte (50%) y 19 con caries de dentina (31.6%).

Estos resultados se resumen en los gráficos N° 1 y N° 2.

Gráfico N° 1: Distribución de los puntos diagnosticados (clasificados por profundidad) determinada por el examen histológico.

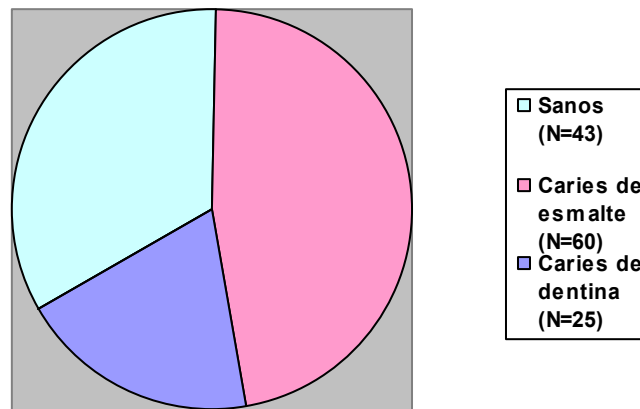
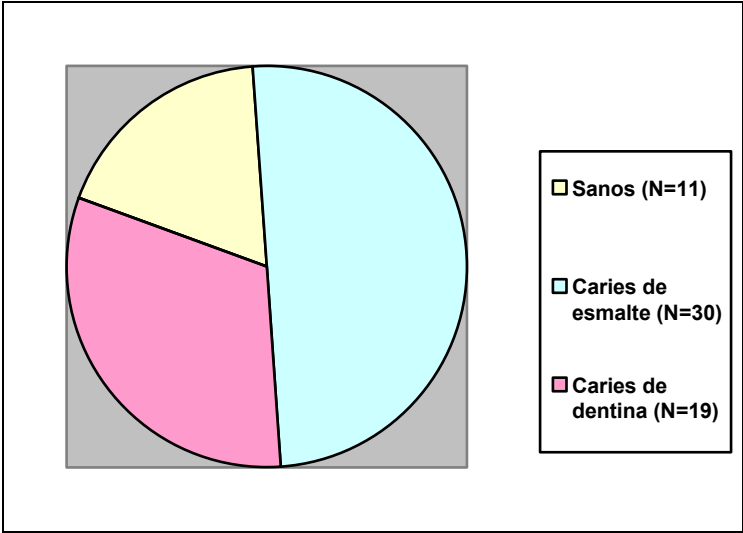


Gráfico N° 2: Distribución de los dientes diagnosticados, determinada por el examen histológico.

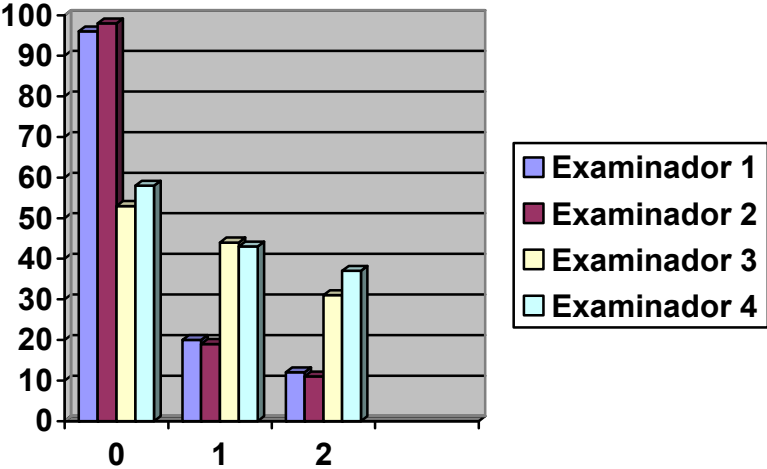


**EXAMEN VISUAL:**

Cada examinador diagnosticó los puntos determinados, clasificándolos en una de las categorías designadas: sano (0), caries de esmalte hasta LAD inclusive (1) y caries dentinaria (2).

La frecuencia de distribución de categorías para cada examinador se ilustra en el gráfico N° 3.

Gráfico N° 3: Observación de cada uno de los examinadores según examen visual.



Una vez realizada la validación histológica se obtuvo la siguiente tabla:

Tabla N° I. Resultados de examen visual en relación al examen histológico.

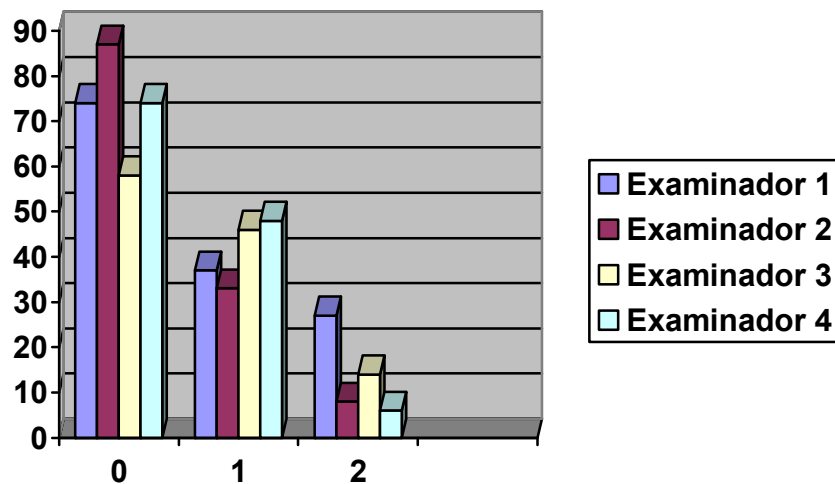
		Visual (moda)			Total
		Sin lesión	Lesión hasta LAD	Lesión más allá de LAD	
Histología	Sin lesión	37	6	0	43
	Lesión hasta LAD	36	18	6	60
	Lesión más allá de LAD	3	7	15	25
Total		76	31	21	128

### EXAMEN RADIOGRÁFICO:

De la misma forma que en el examen visual, cada examinador diagnosticó los puntos determinados, clasificándolos en una de las categorías designadas: sano (0), caries de esmalte hasta LAD inclusive (1) y caries dentinaria (2).

La frecuencia de distribución de categorías para cada examinador se ilustra en el gráfico N° 4.

Gráfico N° 4: Observación de cada uno de los examinadores según examen radiográfico.



Una vez realizado la validación histológica se obtuvo la siguiente tabla:

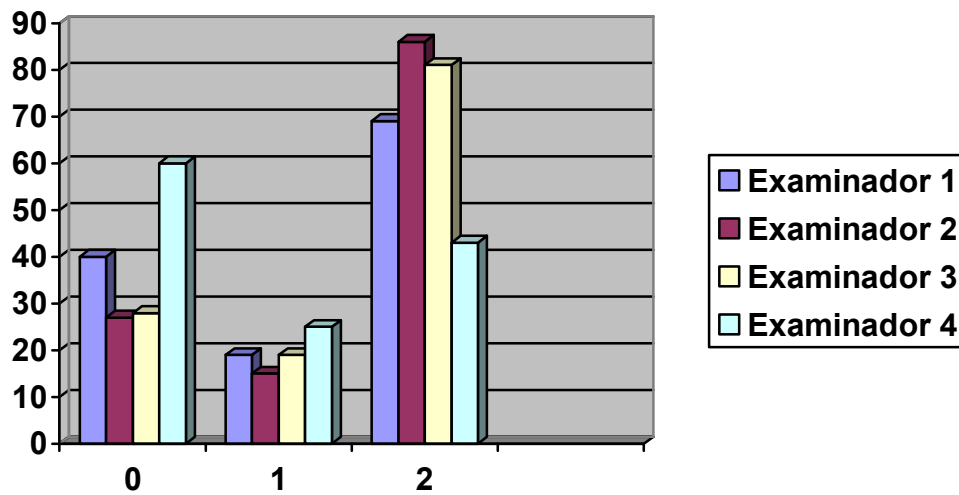
Tabla N° II. Resultados de examen radiográfico en relación al examen histológico.

		Radiográfico (moda)			Total
		Sin lesión	Lesión hasta LAD	Lesión más allá de LAD	
Histología	Sin lesión	28	15	0	43
	Lesión hasta LAD	41	17	2	60
	Lesión más allá de LAD	12	8	5	25
Total		81	40	7	128

**DIAGNOdent:**

La frecuencia de distribución de las categorías para cada examinador se ilustra en el gráfico N° 5.

Gráfico N° 5: Observación de cada uno de los examinadores según examen con DIAGNOdent.



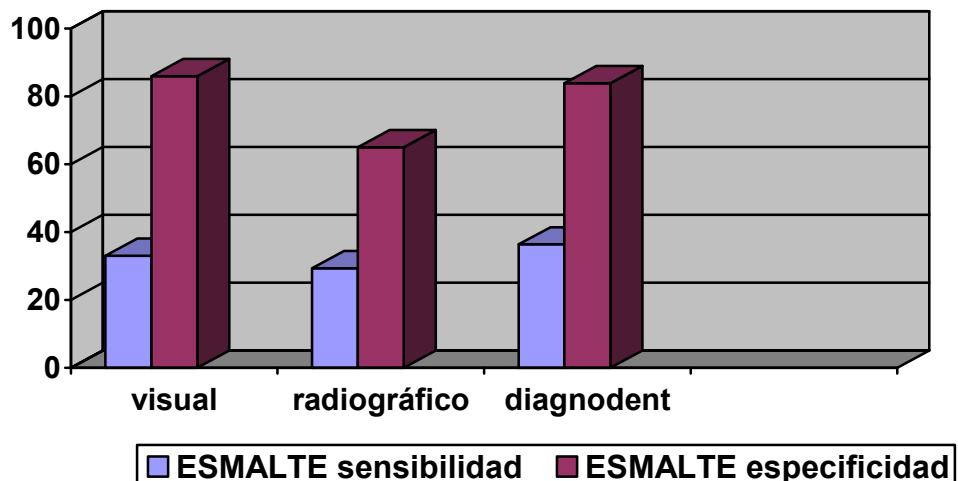
Una vez realizado la validación histológica se obtuvo la siguiente tabla:

Tabla N° III. Resultados de examen DIAGNOdent en relación al examen histológico.

		DIAGNOdent (moda)			Total
		Sin lesión	Lesión hasta LAD	Lesión más allá de LAD	
Histología	Sin lesión	26	5	12	43
	Lesión hasta LAD	14	8	38	60
	Lesión más allá de LAD	2	2	21	25
Total		42	15	71	128

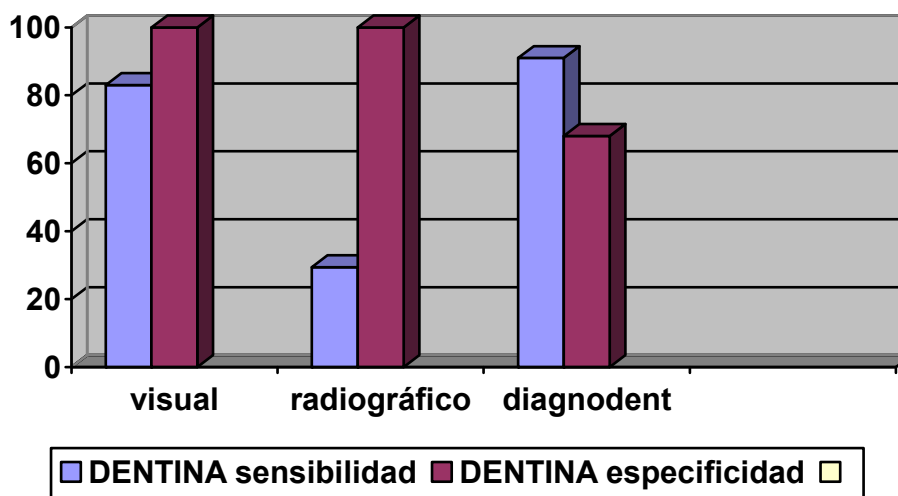
Luego de obtener los resultados de todos los exámenes, se procedió a calcular la sensibilidad y especificidad en esmalte y dentina para todos ellos.

Gráfico N° 6. Sensibilidad y especificidad en esmalte para todos los exámenes.



El examen que obtuvo la mayor sensibilidad en la detección de caries de esmalte fue DIAGNOdent (36,36%) y el que obtuvo la mayor especificidad fue el examen visual (86%).

Gráfico N° 7. Sensibilidad y especificidad en dentina para todos los exámenes.



El examen DIAGNOdent presentó el mayor valor de sensibilidad al detectar caries dentinaria (91%), mientras que el mayor valor de especificidad lo comparten el examen visual y radiográfico con 100%.

Por otro lado, se midió el grado de eficacia de los examinadores en relación a la sensibilidad y especificidad en el uso de las distintas técnicas de detección de caries oclusal (esmalte y dentina). Estos valores se pueden observar en las tablas que siguen a continuación.

Tabla N° IV. Eficacia de los examinadores en relación a la sensibilidad en esmalte para todos los exámenes (en %).

Técnica	Examinador 1	Examinador 2	Examinador 3	Examinador 4	Promedio
Visual	17.54	11.86	46.67	46.94	30.75
Radiográfica	27.27	24.14	48.08	37.93	34.35
DIAGNOdent	36.36	40.06	35.2	35.5	36.78
Promedio	27.05	25.35	43.31	40.12	33.96

De acuerdo a estos valores, el examinador que obtuvo el mayor valor promedio de sensibilidad fue el número 3.

Tabla N° V. Eficacia de los examinadores en relación a la especificidad en esmalte para todos los exámenes (en %).

Técnica	Examinador 1	Examinador 2	Examinador 3	Examinador 4	Promedio
Visual	97.67	97.67	71.43	76.19	85.74
Radiográfica	60.98	73.81	64.1	60.47	64.84
DIAGNOdent	75	70.89	62.9	90	74.69
Promedio	77.88	80.79	66.14	75.55	75.09

En relación a la especificidad en el esmalte, el examinador que registró el mayor valor promedio de los 3 exámenes fue el número 2.

Tabla N° VI. Eficacia de los examinadores en relación a la sensibilidad en dentina para todos los exámenes (en %).

Técnica	Examinador 1	Examinador 2	Examinador 3	Examinador 4	Promedio
Visual	56.25	57.14	95.24	100	77.15
Radiográfica	52.63	26.32	63.16	31.25	43.34
DIAGNOdent	90.91	96	100	77.27	91.04
Promedio	66.59	59.82	86.13	69.50	70.51

Respecto a la sensibilidad en la detección de caries oclusal en dentina, el mayor valor promedio de las técnicas utilizadas las obtuvo el examinador número 3.

Tabla N° VII. Eficacia de los examinadores en relación a la especificidad en dentina para todos los exámenes (en %).

Técnica	Examinador 1	Examinador 2	Examinador 3	Examinador 4	Promedio
Visual	100	100	96.77	96.97	98.43
Radiográfica	92.59	96.88	86.21	100	93.92
DIAGNOdent	68.57	47.22	51.52	96.13	85.67
Promedio	87.05	81.36	78.16	96.13	92.67

El examinador que presentó la mayor especificidad al detectar en dentina fue el número 4.

Comparando los tests de detección con la validación histológica, sólo el examinador 1 en el examen radiográfico mostró una correlación estadísticamente significativa (tabla n° VIII).

Tabla N° VIII. Correlación de Spearman de cada examinador para cada examen diagnóstico en relación a histología.

	Examinador 1	Examinador 2	Examinador 3	Examinador 4
Visual	0,54	0,56	0,59	0,57
Radiográfico	0,18 (*)	0,12	0,28	0,14
DIAGNOdent	0,43	0,40	0,41	0,46

(\*) valor estadísticamente significativo.

La concordancia interexaminador se calculó mediante el test kappa de Cohen, los valores obtenidos se muestra en la tabla n° IX.

Tabla N° IX. Valores de kappa para la reproducibilidad interexaminador para los métodos diagnósticos.

	Examinador 1	Examinador 2	Examinador 3	Examinador 4
Visual	0,20	0,15	0,40	0,30
Radiográfico	0,05	0,04	0,19	0,58
DIAGNOdent	0,17	0,16	0,11	0,25

Los valores kappa obtenidos fueron bajos, lo que se traduce en una baja reproducibilidad interexaminador.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Anttonen V.; Seppä L.; Hausen H. (2003): Clinical Study of the Use of the Laser Fluorescence Device DIAGNOdent for Detection of Occlusal Caries in Children. *Caries Research*. 37: 17- 23.
2. Bamzahim M., Shi X- Q., Angmar- Mansson B. (2002): Occlusal caries detection and quantification by DIAGNOdent and Electronic Caries Monitor: in vitro comparison. *Acta Odontological Scandinavian*. 60: 360- 364.
3. Basaren N.M.; Gokalp S. (2003): Validity of a laser fluorescent system (DIAGNOdent) for detection of occlusal caries in third molars: an in Vitro study. *Journal of Oral Rehabilitation*. 30:1190- 1194.
4. Basso M. L. (2002): Estado actual en el diagnóstico de la caries incipiente. *Revista de la Asociación Odontológica Argentina*. 90: 176- 186.
5. Chong M.J.; Seow W.K.; Purdie D.M.; Cheng E.; Wan V. (2003): Visual- tactile Examination Compared With Conventional Radiography, Digital Radiography, and Diagnodent in the Diagnosis of Occlusal Occult Caries in Extracted Premolars. *Journal Clinical Pediatric Dentistry*. 25: 341- 349.
6. Côrtes D.F.; Ekstrand K.R.; Elias- Boneta A.R.; Ellwood R.P. (2000): An in vitro Comparison of the Ability of Fibre-Optic Transillumination, Visual Inspection and Radiographs to Detect Occlusal Caries and Evaluate Lesion Depth. *Caries Research*. 34: 443-447.
7. Côrtes D.F.; Ellwood R.P.; Ekstrand K.R.(2003): An in vitro Comparison of a Combined FOTI/Visual Examination of Occlusal Caries with Other Caries Diagnostic Methods and the Effect of Stain on Their Diagnostic Performance. *Caries Research*. 37: 8-16.
8. Costa A.M. ; Yamaguti P.M.; De Paula L.M.; Barreto A.C.(2002): In vitro study of laser diode 655 nm diagnosis of occlusal caries. *Journal of Dentistry for Children*. 69: 249-253.
9. Ferreira A.G.; Analoui M.; Beiswanger B.B.; Isaacs R.L.; Kafrawy A.H.; Eckert G.J.; Stookey G.K.(1998): An in vitro Comparison between Laser Fluorescence and visual Examination for Detection of Demineralization in Occlusal Pits and Fissures. *Caries Research*. 32: 210-218.
10. Francescut P.; Lussi A. (2003): Correlation Between Fissure Discoloration, Diagnodent Measurements, and Depth: An in Vitro Study. *Journal Clinical Pediatric Dentistry*. 25: 559- 564.

11. Heinrich- Weltzien R.; Weerheijm K.L.; Kühnisch J.; Oehme T.; Stösser L. (2002): Clinical evaluation of visual, radiographic, and laser fluorescence methods for detection of occlusal caries. *Journal of Dentistry for Children*. 69: 127- 132.
12. Huysmans M.Ch.; Longbottom Ch.; Pitts N.B.(1998): Electrical Methods in Occlusal Caries Diagnosis: An in vitro Comparison with Visual Inspection and Bite-Wing Radiography. *Caries Research*. 32: 324-329.
13. Huysmans M.Ch; Longbottom Ch; Hintze H.; Verdomschot E.H.(1998): Surface-Specific Electrical Occlusal Caries Diagnosis: Reproducibility, Correlation with Histological Lesion Depth, and Tooth Type Dependence. *Caries Research*.32: 330-336.
14. Lussi A.; Imwinkelried S.; Pitts N.B.; Longbottom C.; Reich E.(1999): Performance and Reproducibility of a Laser Fluorescence System for detection of Occlusal Caries in vitro. *Caries Research*. 33: 261-266.
15. Lussi A.; Megert B.; Longbottom C.; Reich E.; Francescut P. (2001): Clinical performance of a laser fluorescence device for detection of occlusal caries lesions. *European Journal of Oral Sciences*. 109:14- 19.
16. Lussi A.; Francescut P.(2003): Performance of Conventional and New Methods for the Detection of Occlusal Caries in Deciduous Teeth. *Caries Research*. 37: 2-7.
17. Ricketts D.N.J.; Ekstrand K.R.; Kidd E.A.M.; Larsen T.(2002): Relating Visual and Radiographic Ranked Scoring Systems for Occlusal Caries Detection to Histological and Microbiological Evidence. *Operative Dentistry*. 27: 231-237.
18. Seif Tomás (1997). Capitulo 3: Histopatología de la Caries Dental. *Cariología: Prevención, Diagnóstico y Tratamiento Contemporáneo de la Caries Dental*. 57- 80. Actualidades Médico Odontológicas Latinoamérica C.A. Caracas. Venezuela.
19. Sheehy E.C.; Brailsford S.R.; Kidd E.A.M.; Beighton D.; Zoitopoulos L.(2001): Comparison between Visual Examination and a Laser Fluorescence System for in vivo Diagnosis of Occlusal Caries. *Caries Research*. 35: 421-426.
20. Shi X.Q.; Welander U.; Angmar-Mansson B.(2000): Occlusal Caries Detection with KaVo DIAGNOdent and Radiography: An in vitro Comparison. *Caries Research*. 34: 151-158.
21. Tam L.E.; McComb D.(2001): Diagnosis of Occlusal Caries: Part II. Recent Diagnostic Technologies. *Journal of the Canadian Dental Association*. 67: 459-463.
22. Thylstrup A.; Fejerskov O. (1994): Capitulo 3: Oral Ecology and Dental Caries; Capitulo 6: Clinical and Pathological Features of Dental Caries; Capitulo 9: Different Concepts of Dental Caries and Their Implications. *Textbook of Clinical Cariology*. 45- 65; 111- 155; 209- 217. Munksgaard. Copenhagen. Dinamarca.

23. Urzua I.; Stanke F. (1999): Capitulo 2: Factores Productores de la Caries; Capitulo 4: Microbiología de la Caries. Nuevas Estrategias en Cariología. Factores de Riesgo y Tratamiento. 16- 30; 38- 48. Editores: Dr. Felipe Stanke Celis; Dr. Iván Urzua Araya. Santiago. Chile.
24. Ie YL., Verdonschot EH. (1994): Performance of diagnostic systems in occlusal caries detection compared. Community Dentistry and Oral Epidemiology. 22: 187- 191.

## ANEXOS

**ANEXO 1:** Pautas entregadas a los examinadores para cada uno de los tres exámenes y la correspondiente tabla para anotar sus resultados.

### EXAMEN VISUAL

#### INSTRUCCIONES:

- 1.- Los dientes se encuentran marcados con un número en la base del bloque de yeso para facilitar su identificación.
- 2.- Como referencia, Ud. dispondrá de una imagen digital en un computador de la cara oclusal de cada diente.
- 3.- Los dientes deben ser examinados bajo la luz de un equipo dental.
- 4.- Los dientes serán examinados a ojo desnudo, no sobre la imagen digital, con el uso de sonda y aire según necesidad para limpiar detritus.  
No se utilizará sonda para diagnosticar caries.

#### SITIO DE EXAMINACIÓN:

- 1.- Se examinarán molares y premolares superiores e inferiores montados en troquel.
- 2.- Se examinarán las fosas y fisuras señaladas entre dos líneas transversales marcadas sobre la imagen digital y señalizadas con una letra en el caso de diagnosticar más de un punto en un mismo diente.

#### RESULTADOS:

- 1.- Se asignará un diagnóstico a cada zona examinada de acuerdo a una clasificación visual.
- 2.- El diagnóstico dado a cada zona señalada será anotado en la tabla de resultados anexa.
- 3.- Se marcará con una X el resultado obtenido en la columna que corresponda según la clasificación visual.
- 4.- Este resultado será anotado en la fila con el número correspondiente a cada diente.

#### CLASIFICACIÓN:

- 0 = sano.  
1 = caries de esmalte hasta el Límite Amelodentinario (LAD) inclusive.  
2 = caries de dentina.

## TABLA DE REGISTRO PARA EXAMEN VISUAL

Nº de diente		Código 0	Código 1	Código 2
1	A			
	B			
2	A			
	B			
	C			
3	A			
	B			
	C			
4	A			
	B			
5	A			
	B			
	C			
6	A			
	B			
7	A			
	B			
8	A			
	B			
	C			
9	A			
	B			
	C			
10	A			
	B			
11	A			
	B			
12	A			
	B			
13				
14	A			
	B			
15				
16	A			
	B			
17	A			
	B			
18	A			
	B			
	C			
19	A			
	B			
20	A			

	B			
	C			
21	A			
	B			
22	A			
	B			
23				
24	A			
	B			
25	A			
	B			
	C			
26	A			
	B			
	C			
27	A			
	B			
28	A			
	B			
29	A			
	B			
30	A			
	B			
31	A			
	B			
32	A			
	B			
33	A			
	B			
34	A			
	B			
35				
36	A			
	B			
	C			
37	A			
	B			
38	A			
	B			
39	A			
	B			
40				
41	A			
	B			
42	A			
	B			
43	A			
	B			

44	A			
	B			
	C			
45	A			
	B			
46	A			
	B			
47	A			
	B			
48	A			
	B			
49	A			
	B			
50	A			
	B			
	C			
51	A			
	B			
52	A			
	B			
53	A			
	B			
54	A			
	B			
55	A			
	B			
56	A			
	B			
	C			
57	A			
	B			
58	A			
	B			
	C			
59	A			
	B			
60	A			
	B			

## EXAMEN RADIOGRÁFICO

### INSTRUCCIONES:

- 1.- Las radiografías se encuentran codificadas con números romanos de manera aleatoria a los bloques de yeso para establecer la condición de ciego.
- 2.- Las radiografías deben ser examinadas con la ayuda de un negatoscopio en el Servicio de Radiología de la Escuela de Odontología con una lupa de aumento.

### SITIO DE EXAMINACIÓN:

- 1.- Cada radiografía tendrá un papel celofán plegable con líneas para identificar los puntos a diagnosticar.

### RESULTADOS:

- 1.- Se asignará un diagnóstico a cada zona examinada según la profundidad de la radiolucidez observada. (Ver clasificación)
- 2.- El diagnóstico dado a cada zona señalada será anotado en la tabla de resultados anexa.
- 3.- Se marcará con una X el resultado obtenido en la columna que corresponda según la clasificación radiográfica.
- 4.- Este resultado debe ser anotado en la fila con el código correspondiente a cada diente.

### CLASIFICACIÓN:

- 0 = sano (sin radiolucidez).  
1 = caries de esmalte hasta el Límite Amelodentinario (LAD) inclusive.  
2 = caries de dentina.

## TABLA DE REGISTRO PARA EXAMEN RADIOGRÁFICO

Nº de diente		Código 0	Código 1	Código 2
I	A			
	B			
II	A			
	B			
III	A			
	B			
IV	A			
	B			
V	A			
	B			
VI	A			
	B			
VII	A			
	B			
	C			
VIII	A			
	B			
IX	A			
	B			
	C			
X	A			
	B			
XI	A			
	B			
	C			
XII	A			
	B			
	C			
XIII	A			
	B			
XIV	A			
	B			
XV	A			
	B			
XVI	A			
	B			
XVII	A			
	B			
	C			
XVIII				
XIX	A			
	B			
XX	A			

	B			
XXI	A			
	B			
	C			
XXII	A			
	B			
XXIII	A			
	B			
	C			
XXIV	A			
	B			
XXV	A			
	B			
XXVI	A			
	B			
XXVII	A			
	B			
XXVIII	A			
	B			
XXIX	A			
	B			
XXX	A			
	B			
XXXI	A			
	B			
XXXII	A			
	B			
	C			
XXXIII	A			
	B			
XXXIV	A			
	B			
XXXV	A			
	B			
	C			
XXXVI	A			
	B			
	C			
XXXVII	A			
	B			
XXXVIII	A			
	B			
XXXIX				
XL	A			
	B			
	C			
XLI	A			
	B			

XLII	A			
	B			
XLIII				
XLIV	A			
	B			
	C			
XLV				
XLVI	A			
	B			
XLVII	A			
	B			
XLVIII				
IL	A			
	B			
L	A			
	B			
LI	A			
	B			
LII	A			
	B			
	C			
LIII	A			
	B			
LIV	A			
	B			
LV	A			
	B			
LVI	A			
	B			
	C			
LVII	A			
	B			
LVIII	A			
	B			
LIX	A			
	B			
LX	A			
	B			

## **EXAMEN DIAGNODENT**

### **INSTRUCCIONES:**

- 1.- Los dientes se encuentran marcados con un número en la base del bloque de yeso para facilitar su identificación.
- 2.- El aparato DIAGNOdent debe ser calibrado sobre una superficie sana del diente.
- 3.- Al momento del examen, la punta de la sonda examinadora debe estar en ligero contacto con la superficie del diente.
- 4.- La punta debe ser rotada o movida como un péndulo en forma perpendicular en los puntos a diagnosticar.
- 5.- Se anotará el máximo valor obtenido en cada sitio.

### **SITIO DE EXAMINACIÓN:**

- 1.- Se examinarán molares y premolares superiores e inferiores.
- 2.- Se examinarán las fosas y fisuras señaladas entre dos líneas transversales y señalizadas con una letra en el caso de diagnosticar más de un punto en un mismo diente.

### **RESULTADOS:**

- 1.- El valor obtenido en cada zona señalada será anotado en una tabla de resultados.
- 2.- Este valor será anotado en la fila con el número correspondiente a cada diente.

## TABLA DE RESULTADOS EXAMEN DIAGNODENT

Nº de diente		Valor máximo
1	A	
	B	
2	A	
	B	
	C	
3	A	
	B	
	C	
4	A	
	B	
5	A	
	B	
	C	
6	A	
	B	
7	A	
	B	
8	A	
	B	
	C	
9	A	
	B	
	C	
10	A	
	B	
11	A	
	B	
12	A	
	B	
13		
14	A	
	B	
15		
16	A	
	B	
17	A	
	B	
18	A	
	B	
	C	
19	A	
	B	
20	A	

	B	
	C	
21	A	
	B	
22	A	
	B	
23		
24	A	
	B	
25	A	
	B	
	C	
26	A	
	B	
	C	
27	A	
	B	
28	A	
	B	
29	A	
	B	
30	A	
	B	
31	A	
	B	
32	A	
	B	
33	A	
	B	
34	A	
	B	
35		
36	A	
	B	
	C	
37	A	
	B	
38	A	
	B	
39	A	
	B	
40		
41	A	
	B	
42	A	
	B	
43	A	
	B	

44	A	
	B	
	C	
45	A	
	B	
46	A	
	B	
47	A	
	B	
48	A	
	B	
49	A	
	B	
50	A	
	B	
	C	
51	A	
	B	
52	A	
	B	
53	A	
	B	
54	A	
	B	
55	A	
	B	
56	A	
	B	
	C	
57	A	
	B	
58	A	
	B	
	C	
59	A	
	B	
60	A	
	B	

## EXAMEN HISTOLÓGICO

### INSTRUCCIONES:

- 1.- Se examinarán los puntos de los dientes anteriormente marcados de izquierda a derecha con las letras A, B o C según la cantidad de puntos a diagnosticar en un mismo diente.
- 2.- Los dientes fueron cortados en los puntos a diagnosticar, obteniéndose dos superficies de cada punto.
- 3.- Cada corte fue marcado con un círculo de distinto color por la cara vestibular del diente con el fin de facilitar su identificación y ubicación.
- 4.- Los colores utilizados fueron de izquierda a derecha: rojo, negro, verde y azul
- 5.- Los cortes se encuentran almacenados en frascos marcados con un número correspondiente al número del diente para facilitar su identificación.
- 6.- Los cortes serán observados en un microscopio óptico.

### SITIO DE EXAMINACIÓN:

- 1.- Los puntos a diagnosticar corresponden a las fosas y puntos más profundos de cada corte.
- 2.- Se deben observar las dos superficies (dos cortes) de cada punto.
- 3.- Para lo anterior se debe poner atención en los colores de identificación de cada corte para seleccionar correctamente los cortes correspondientes.

### RESULTADOS:

- 1.- Se asignará un diagnóstico a cada punto examinado de acuerdo a una clasificación histológica.
- 2.- El diagnóstico final será el mayor obtenido de los dos cortes correspondientes a un mismo punto.
- 3.- El diagnóstico dado a cada zona señalada será anotado en una tabla de resultados.
- 4.- Se marcará con una X el resultado obtenido en la columna que corresponda según la clasificación histológica.
- 5.- Este resultado será anotado en la fila con el número correspondiente a cada diente y la letra correspondiente a cada punto.

### CLASIFICACIÓN:

- 0 = sano.
- 1 = caries de esmalte hasta LAD inclusive.
- 2 = caries dentina.

## TABLA DE REGISTRO PARA EXAMEN HISTOLOGICO

Nº de diente	Punto	Código 0	Código 1	Código 2
1	A			
	B			
2	A			
	B			
	C			
3	A			
	B			
	C			
4	A			
	B			
5	A			
	B			
	C			
6	A			
	B			
7	A			
	B			
8	A			
	B			
	C			
9	A			
	B			
	C			
10	A			
	B			
11	A			
	B			
12	A			
	B			
13	A			
14	A			
	B			
15	A			
16	A			
	B			
17	A			
	B			
18	A			
	B			
	C			
19	A			
	B			
20	A			

	B			
	C			
21	A			
	B			
22	A			
	B			
23	A			
24	A			
	B			
25	A			
	B			
	C			
26	A			
	B			
	C			
27	A			
	B			
28	A			
	B			
29	A			
	B			
30	A			
	B			
31	A			
	B			
32	A			
	B			
33	A			
	B			
34	A			
	B			
35	A			
36	A			
	B			
	C			
37	A			
	B			
38	A			
	B			
39	A			
	B			
40	A			
41	A			
	B			
42	A			
	B			
43	A			
	B			

44	A			
	B			
	C			
45	A			
	B			
46	A			
	B			
47	A			
	B			
48	A			
	B			
49	A			
	B			
50	A			
	B			
	C			
51	A			
	B			
52	A			
	B			
53	A			
	B			
54	A			
	B			
55	A			
	B			
56	A			
	B			
	C			
57	A			
	B			
58	A			
	B			
	C			
59	A			
	B			
60	A			
	B			

**ANEXO 2:** Tabla de sensibilidad y especificidad en esmalte y dentina para todos los exámenes.

Examen	Sensibilidad		Especificidad	
	Esmalte	Dentina	Esmalte	Dentina
Visual	33	83	86	100
Radiográfico	29,31	29,41	65	100
DIAGNOdent	36,36	91	83,87	68

**ANEXO 3:** Fotos de los procedimientos realizados durante la investigación.

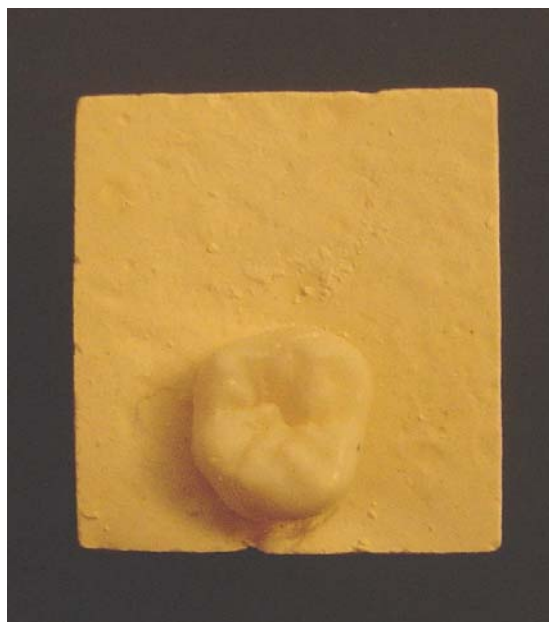


Foto N° 1. Montaje de los dientes en yeso piedra.



Foto N° 2. Examen visual.

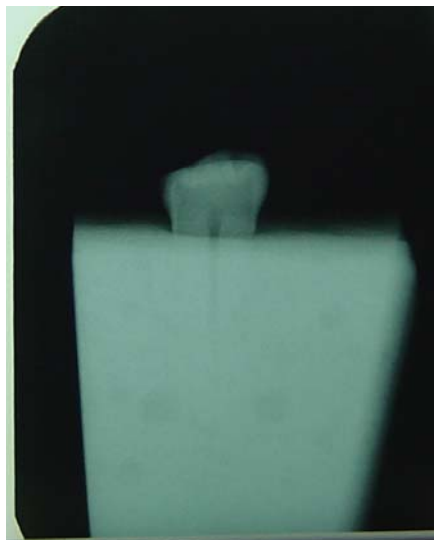


Foto N° 3 Radiografía.

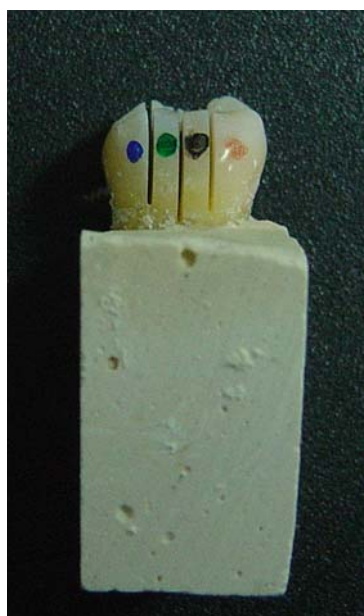


Foto N° 4. Cortes dentarios identificados por círculos de distintos colores.

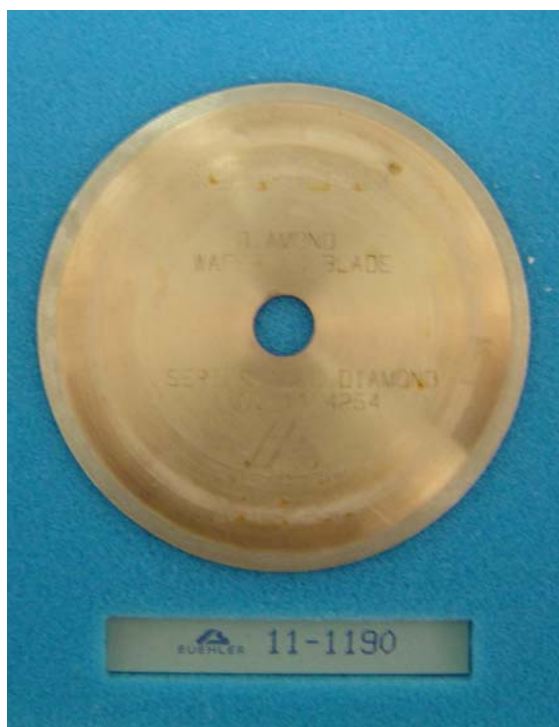


Foto N° 5. Disco con el que se realizaron los cortes dentarios.