



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

**ODONTOLOGÍA MÍNIMAMENTE INVASIVA Y
MATERIALES BIOACTIVOS EN ODONTOPEDIATRÍA.**

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

C I R U J A N A D E N T I S T A

P R E S E N T A:

BRENDA VIALE NÚÑEZ

TUTORA: Mtra. ELIZABETH QUINTINO CINTORA



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	4
1, ANTECEDENTES	6
2. CARIES DENTAL	9
2.1 LESIÓN CARIOSA INICIAL	10
2.2 CARIES DENTAL EN DENTINA	11
2.3 MODELOS PARA LA CLASIFICACIÓN Y MANEJO DE LESIONES CARIOSAS	14
2.3.1 ICDAS II: Sistema Internacional de detección de caries y evaluación de caries	15
2.3.2 ICCMS™: Sistema Internacional de clasificación y manejo de caries.....	17
2.3.3 Combinación del diagnóstico clínico y radiográfico de lesiones cariosas.....	19
3. MÍNIMA INVASIÓN EN ODONTOPEDIATRÍA	21
4. MATERIALES BIOACTIVOS	22
4.1 AGENTES REMINERALIZANTES	22
4.2 MATERIALES BIOACTIVOS PARA EL USO EN RESTAURACIONES MÍNIMAMENTE INVASIVAS	25
4.2.1 Ionómero de Vidrio.....	26
4.2.2 Ionómero de Vidrio modificado con Resina.....	27
4.2.3 Compómeros	27
4.2.4 Alkasites.....	28
5. MATERIALES BIOACTIVOS EN TRATAMIENTOS MÍNIMAMENTE INVASIVOS	31
5.1 ESTRATEGIAS DE INTERVENCIÓN CON MATERIALES BIOACTIVOS	31
5.1.1 Estrategias no invasivas	33
5.1.2 Estrategias microinvasivas.....	34

5.1.3 Estrategias invasivas	35
5.2 PRINCIPIOS PARA LA REMOCIÓN DEL TEJIDO CARIADO	36
5.3 TÉCNICAS MÍNIMAMENTE INVASIVAS EN	
ODONTOPEDIATRÍA	38
5.3.1 Remoción químico-mecánica.....	39
5.3.2 Tratamiento Restaurador Atraumático	41
CONCLUSIONES	42
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43

INTRODUCCIÓN

En este trabajo abordamos los conceptos de la odontología mínimamente invasiva, así como los materiales bioactivos y su aplicación para tratar lesiones cariosas en el paciente pediátrico.

La prevalencia de caries dental en niños es alta a nivel mundial, acorde con resultados dados por la OMS. Es una enfermedad multifactorial, que necesita un desequilibrio entre el pH bucal, las bacterias y los ácidos producidos, en un determinado tiempo para comenzar la desmineralización a nivel microscópico en el diente, en los niños es más rápido el proceso, debido a que el tejido dental está menos mineralizado.

En sus primeras etapas, la caries dental es reversible y se puede remineralizar la lesión de forma natural, manteniendo un pH óptimo y con la sobresaturación de iones calcio y fosfato presentes en saliva; con acciones preventivas, como aplicación de fluoruros tópicos, a través de la ingesta de fluoruro presente en el agua o la sal y uso de pastas que tengan agentes remineralizantes. También ayudan los hábitos monitoreados en casa como la higiene oral y disminución de carbohidratos.

A lo largo del tiempo, se ha conocido más sobre la caries dental, gracias a la nueva tecnología y con base en ello, han cambiado los protocolos para la clasificación y manejo de caries, los cuales son una guía para diagnosticar correctamente y emplear tratamientos preventivos o restaurativos específicos para cada paciente.

Al tratar la caries de manera específica, se busca realizar tratamientos más conservadores con materiales bioactivos, que eviten la disolución, ayuden

a remineralizar, reemplacen el tejido dental y minimicen el tiempo de consulta con el paciente pediátrico.

Actualmente existen diferentes técnicas de mínima invasión para eliminar el tejido cariado, el método químico-mecánico y el tratamiento restaurativo atraumático son los más estudiados y con mayor aceptación, ambos favorecen la vitalidad pulpar y ayudan a mantener mayor parte del tejido, para que la adhesión de la restauración sea favorable y sean restauraciones duraderas.

1. ANTECEDENTES

La Odontología, ha tenido avances importantes, que han ayudado al profesional a minimizar los tiempos de trabajo, mejorar la calidad de los tratamientos, aumentar el tiempo de vida del tejido dentario y minimizar costos.

En la historia de la Odontología se pueden distinguir tres épocas, las cuales han sido identificadas por algunos autores como: la edad de la Exodoncia, Restauración y Prevención. Los primeros tratamientos invasivos que se hicieron para resolver la caries dental eran las mutilaciones, se extraían los dientes y así se quitaba el dolor. Posteriormente comienzan investigaciones de aleaciones para rellenar los dientes, con fines restaurativos y así mantener el diente en boca. Para el siglo XIX el Dr. G.V. Black introdujo un concepto que fue muy importante en la Odontología, “la extensión por prevención”, se trataba de eliminar más allá del tejido cariado, para asegurar la eliminación total de caries y posteriormente rellenar con las aleaciones de esa época (oro o amalgama). Cuando Black definió los parámetros de clasificación del diseño de cavidades dentarias, estos eran controlados por varios factores, muchos de los cuales ya no tienen aplicación. Las preparaciones eran extensas y poco conservadoras. Se hacían de esta manera por falta de entendimiento del proceso carioso, en particular del potencial para la remineralización y las nulas propiedades físicas de los materiales restaurativos disponibles.

Al paso del tiempo gracias a las investigaciones que se han hecho sobre caries dental, la remineralización y la unión química a esmalte y dentina, se han implementado nuevas alternativas para resolver los problemas que ocasiona dicha enfermedad en niños y adultos, cambiando el concepto de “extensión por prevención” a “prevención de la extensión”. ^{1,2} (Figura 1)

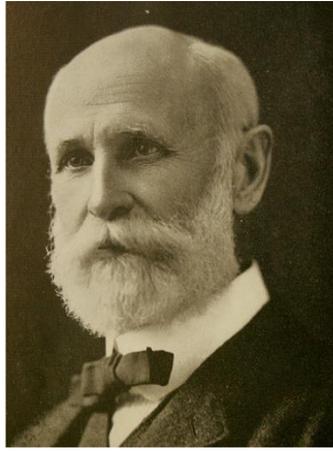


Figura 1. Greene Vardiman Black ³

En la década de los 80 el Dr. Jo E. Frenken en África, desarrolló la Técnica de Restauración Atraumática (TRA), para preservar dientes cariados en pacientes con vidas poco favorables y nivel económico bajo. La OMS, apoya esta iniciativa en 1990, incorporándolo de manera definitiva en Tailandia, China y países africanos. Actualmente esta técnica forma parte de la odontología mínimamente invasiva, salvando la mayor cantidad de tejido dentario.

A mediados del siglo XX, comienzan las medidas preventivas en odontología, se desarrollan estudios clínicos que demuestran la remineralización dental mediante fluoruros y la saliva dental. Al conocer cómo funciona el proceso de remineralización, se empezaron a desarrollar materiales bioactivos, con unión química al esmalte y dentina que ayudan a este procedimiento. ¹

Larry Hench introdujo el concepto de biomateriales en la década de 1960, menciona que el objetivo de los biomateriales era “lograr una

combinación adecuada de propiedades físicas para igualar las del tejido reemplazado con una respuesta tóxica mínima en el huésped”. En el año de 1969 desarrolla los vidrios bioactivos; buscando un material que pudiera unirse al hueso. En esa época estaban elaborándose biomateriales para crear prótesis que pudieran unirse al tejido óseo, sin generar rechazo.

A partir de 1980 inició una segunda generación de biomateriales para que fueran bioactivos. En esta época se introduce un nuevo concepto: los materiales bioactivos de manera eficiente controlan las interacciones con el medio biológico circundante y contribuyen a la regeneración de tejidos.

La tercera generación de los materiales bioactivos comienza a inicios del siglo XXI. Aparece el término “biomimético”, que hace referencia a las modificaciones del entorno biológico, controladas por un gen en particular, el cual activa los procesos de regeneración de tejidos, a través de la adhesión, proliferación y diferenciación celular.^{1, 4, 5}

2. CARIES DENTAL

La caries dental es una de las enfermedades crónicas de mayor prevalencia en la infancia. Según Jorge Tascón, esta enfermedad afecta en una proporción del 60 al 90% de la población escolar y adulta en todo el mundo.

Es una enfermedad causada por malos hábitos de higiene, la cantidad de carbohidratos que se consumen y las bacterias. Los carbohidratos actúan como nutrientes para las bacterias presentes en la superficie dental, al metabolizar estos carbohidratos generan ácidos. Los ácidos producidos incluyen láctico y acético, los cuales han demostrado disolver fácilmente el mineral del esmalte y la dentina, dichos signos y síntomas constituyen la lesión cariosa. En la Figura 2 se muestran los factores que causan la caries y los que la evitan.^{6, 7, 8}

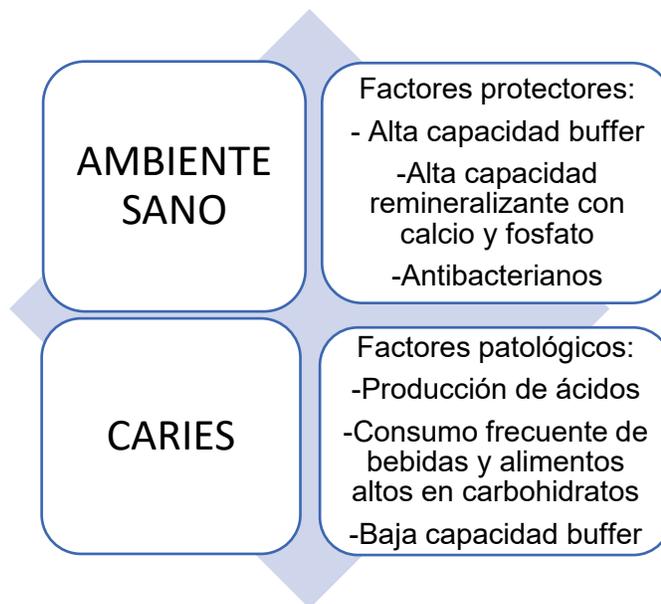


Figura 2. El concepto de equilibrio de caries.⁸

2.1 LESIÓN CARIOSA INICIAL

Es importante conocer la estructura del esmalte, para entender los inicios de la caries dental. El esmalte es una estructura altamente organizada, formada por cristales minerales de materia inorgánica, consiste principalmente en hidroxiapatita (HAP), se representa mediante la fórmula $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ por su composición de fosfato y carbonato. Debido a su composición son cristales menos estables y más solubles. El esmalte por sí solo no es resistente a caries, la resistencia es impartida por la sustitución de algunos iones hidroxilo por iones fluoruro, creando áreas de fluorhidroxiapatita, en la superficie del esmalte.

La estabilidad del esmalte depende del medio que la rodea, es por ello que la acidez en la cavidad bucal reduce la estabilidad del mineral, al haber un ambiente ácido aumentan los iones hidrógeno $[\text{H}^+]$ y disminuye el producto iónico de los minerales de hidroxiapatita, provocando desmineralización. La primera etapa de la desmineralización ocurre a nivel anatómico, en este proceso, los ácidos producidos por las bacterias, se difunden a través de los cristales de hidroxiapatita, con la ayuda del agua, el calcio y el fosfato se disuelven.

A pesar de que hay pérdida de iones, pueden ganarse mediante el calcio y fosfato sobresaturado presente en la saliva y con un pH neutro, a esto se le conoce como remineralización. Sin embargo, si el pH de la saliva es menor a 5.5, existe una baja saturación de calcio y fosfato y el esmalte sigue disolviéndose. Si estos periodos de desmineralización y remineralización persisten, comienza la formación de caries a nivel clínico, conocida como mancha blanca, esta lesión tiene características químicas y propiedades físicas diferentes a un esmalte sano. ^{9, 10, 11}

La remineralización es un proceso que se puede dar de forma natural en el medio bucal, debido a la saturación salival, el flujo salival y al sistema amortiguador de la saliva, que se basa en la presencia de bicarbonato, mientras mayor sea su concentración, mayor será el pH en boca y facilitará la remineralización. Además del bicarbonato, la saliva posee otros iones inorgánicos que ayudan a remineralizar incluyendo, calcio, fosfato, fluoruro, magnesio y sodio. La saliva sirve como sistema buffer y evita descompensaciones en el medio bucal, pero el pH de la saliva normalmente varía, en cavidad bucal disminuye debido a la conversión de sacarosa en ácidos orgánicos, como el lactato. Si el pH se mantiene favorable, ayuda al equilibrio de desmineralización y remineralización.

Este proceso se lleva a cabo solo en el esmalte, ya que la remineralización de la dentina es más compleja. Implica dos fases, una dependiente de componentes celulares (colágeno tipo I) y otra de matriz inorgánica (minerales), ambas fases deben estar conectadas. La remineralización en dentina se da por el crecimiento de cristales de apatita que quedaron en la dentina parcialmente desmineralizada, si no hay cristales, no hay remineralización. ^{8, 12, 13, 14}

2.2 CARIES DENTAL EN DENTINA

La dentina se compone aproximadamente de 50% minerales, 30% colágeno y proteínas y 20% agua. La matriz se compone principalmente de colágeno tipo I, que forman un andamio tridimensional, reforzado por cristales de hidroxiapatita. ⁹ (Figura 3)

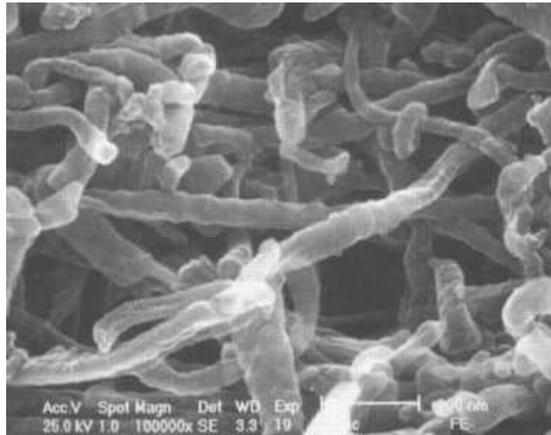


Figura 3. Colágeno Dentinario. ¹⁵

La desmineralización en dentina se acelera por la presencia de las metaloproteinasas (MMP). Las cuales son enzimas dependientes de zinc y calcio que regulan el metabolismo fisiológico y patológico de tejidos a base de colágeno como la dentina. Las MMP en dentina, se activan cuando existen un pH menor a 4.5, pero con este pH no se degrada la matriz orgánica. Después de que vuelve a los niveles normales, las MMP se activan y degradan la matriz orgánica rica en colágeno que pertenece a la dentina desmineralizada, después del ataque ácido, promoviendo nuevamente un proceso de desmineralización. ¹⁶

Existen varios tipos de dentina: infectada, afectada, esclerótica, terciaria o de compensación y dentina sana. Algunos estudios histológicos han demostrado que la dentina cariada tiene 5 zonas: normal, subtransparente, transparente, turbia e infectada. La zona más profunda, se refiere a una dentina normal o dura, libre de bacterias, después está la zona “subtransparente” y “transparente” en esta zona hay desmineralización, pero las fibras de colágeno están intactas aún sin penetración de bacterias, esta dentina es mejor conocida como dentina afectada y la dentina es firme o

coriácea. Por último, la zona más superficial, con dentina “turbia” e “infectada”, es una dentina con destrucción de las fibras de colágeno, destrucción tubular y presencia de bacterias, en esta zona la dentina es blanda.¹⁷

Dentina afectada. La dentina afectada microscópicamente, muestra cristales de hidroxiapatita que se intercalan en las fibras de colágeno, aun estando ligeramente alterada. Es común observar la obliteración de los túbulos dentinarios, por los depósitos intratubulares de whitlockita (fosfato beta-tricálcico), son cristales de gran tamaño y con mejor resistencia al ácido, esta dentina sirve como protectora para el tejido pulpar, por lo tanto, no debe ser removida. Otra de las razones por las que no debe quitarse, es por su propiedad remineralizante.

Uno de los criterios para reconocer la dentina afectada, es su color amarillo pardo, se encuentra seca y firme en mayor parte. A nivel microscópico el colágeno mantiene sus entrecruzamientos. Tiene propiedades remineralizantes, ya que el colágeno está intacto y sirve como andamio para el depósito de minerales.^{18, 19, 20} (Figura 4)

Dentina infectada. Esta dentina pierde por completo la estructura de una dentina sana, las fibras de colágeno se rompen y hay una desnaturalización completa de la matriz, en este caso, las bacterias ya están dentro de los túbulos dentinarios. A diferencia de la dentina infectada esta no se remineraliza, está más hidratada, es blanda, color marrón y más fácil de retirar. Es necesario eliminarla por completo, debido a su baja capacidad para la adhesión y por la cantidad de bacterias que hay en ella. En la Figura 4 se muestra las zonas de caries y tipos de dentina.^{18, 20}

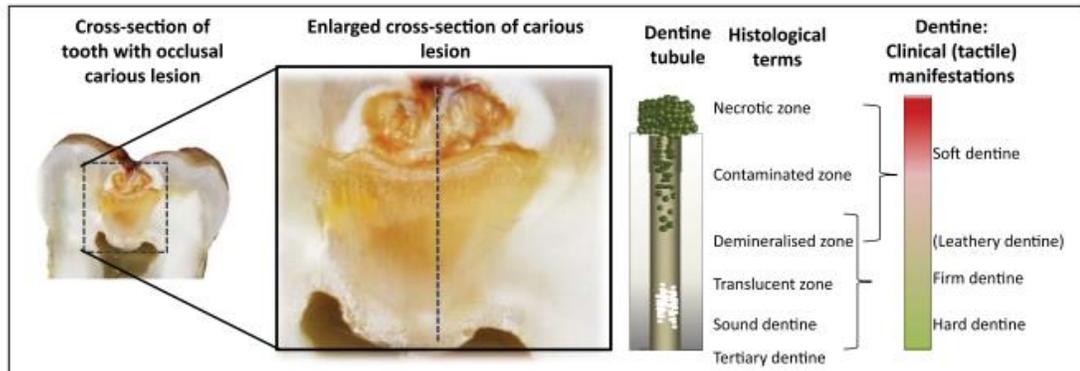


Figura 4. Lesión cariosa, donde se observan las zonas de la dentina, de normal a infectada.²¹

2.3 MODELOS PARA LA CLASIFICACIÓN Y MANEJO DE LESIONES CARIOSAS

Los parámetros de Black se basaban en eliminar el tejido dentario con el objetivo de tener buena visibilidad, eliminar toda la dentina afectada para evitar recidiva de caries, eliminar esmalte sin soporte dentinario y hacer cavidades profundas para la retención del material restaurativo. Sin embargo, estos parámetros se han replanteado, debido a las nuevas investigaciones sobre caries dental, la preservación de estructura dental y el uso de materiales adhesivos, elaborando planes de tratamiento más específicos y con mejor pronóstico para cada diente.²

2.3.1 ICDAS II: Sistema Internacional de detección de caries y evaluación de caries

Es un sistema actualizado internacional para la detección y diagnóstico temprano de caries, se basa en criterios visuales en un diente seco y húmedo con buena luz. El sistema clasifica las etapas de la caries en 7 procesos, en cada etapa hay una afectación diferente donde deben evaluarse los cambios en la estructura y la cavitación para elegir el tratamiento correcto. Al evaluar de manera correcta la etapa de caries, podemos prevenir el avance de la lesión.

La codificación se basa en dos números, el primero está relacionado con las restauraciones presentes y se codifica del 0 al 9, como se muestra en la Tabla 1.²²

Código	Descripción
0	Superficie no restaurada o sellada
1	Sellado parcial
2	Sellado completo
3	Restauraciones estéticas
4	Restauraciones metálicas
5	Coronas de acero inoxidable
6	Corona de porcelana u oro
7	Restauración perdida o rota
8	Restauración temporal
9	Según las condiciones: 96. No se puede examinar la superficie del diente 97. Diente perdido por caries 98. Diente perdido por otra causa 99. No erupcionado

Tabla 1. Codificación IDCAS II.²³

El segundo código se utiliza para codificar la caries que va del 0 al 6, en la Tabla 2 se muestran las especificaciones para cada código. ²²

Código	Descripción
0	Sano. No hay cambios después de haber secado durante 5 segundos. Incluye dientes con defectos de desarrollo (fluorosis, hipoplasia del esmalte), desgastes dentarios (atriciones, abrasiones, erosiones) y tinciones intrínsecas o extrínsecas.
1	Primer cambio visual en el esmalte después de secar la superficie en el que se observa una opacidad cariosa o color diferente a un esmalte sano.
2	Cambio visual en el esmalte, mancha marrón o blanca, que se ve aun estando húmedo el esmalte.
3	En el esmalte húmedo y seco se observa una mancha blanca o marrón con pérdida de estructura dental. Hay presencia de una microcavidad con 0.5mm de profundidad.
4	Sombra marrón, gris o azul, con o sin cavidad en el esmalte. Se observa en esmalte húmedo.
5	Esmalte opaco con exposición de dentina y con cavidad > 0.5mm.
6	Cavidad extensa con dentina visible que abarca más de la mitad de la superficie.

Tabla 2. Criterios de ICDAS II. ²³

2.3.2 ICCMS™: Sistema Internacional de clasificación y manejo de caries

Desde 2010, ICDAS ha estado trabajando para construir la clasificación ICCMS™ y se ajuste a las necesidades de cada paciente. Es un sistema integral que describe el comienzo y la progresión de la caries. Su objetivo es tener un sistema específico, que incluya diagnóstico, prevención y restauración de cada paciente. A continuación, se enlistan los elementos con los que se basa este sistema para el manejo de caries. ^{24, 25}

Elemento 1. Historia clínica en la que se valora el riesgo a caries de cada paciente, por ejemplo:

- Pacientes que reciben tratamiento de radioterapia.
- Pacientes con xerostomía.
- Técnica de cepillado incorrecta.
- Uso deficiente de fluoruros.
- Alto consumo de carbohidratos.
- Pacientes que visitan al dentista solo en caso de urgencia.
- Condición socioeconómica o dificultad para pagar una consulta dental.
- Caries en madres o cuidadores de niños. ^{24, 25, 26, 27}

Elemento 2. Clasificación de caries y valoración de actividad de las lesiones con base al riesgo. (Tabla 3)

- PUFA (Pulpa expuesta, úlcera, fístula o absceso).
- Lesiones activas.
- Biofilm adherido a áreas de retención.
- Superficies radiculares expuestas. ^{24, 25, 26, 27}

El biofilm dental es un factor importante para medir el riesgo a caries, pero debe ser removido para clasificar y valorar la actividad de las lesiones.^{24, 25, 26, 27}

Definición de categorías combinadas ICCMS™	Características de la lesión	
	Lesión activa	Lesión inactiva
Superficies sanas ICDAS 0	No aplica	No aplica
Estadio inicial de caries ICDAS 1 Y 2	El esmalte está blanco o amarillento, con pérdida de brillo. La caries se encuentra en una zona retentiva de biofilm y puede estar cubierta de placa gruesa.	El color del esmalte puede ser blanco, amarillo o negro, tiene brillo, es duro y liso. No necesariamente puede estar cubierta por biofilm, como una lesión activa.
Estadio moderado de caries ICDAS 3 Y 4		
Estadio severo de caries ICDAS 5 Y 6	Al sondeo la dentina se siente blanda o suave.	La dentina está dura y brillante.

Tabla 3. Valoración de actividad de la lesión.²⁴

Elemento 3. Toma de decisiones. El objetivo es analizar la información recopilada en los pasos anteriores, la situación del paciente y la gravedad de las lesiones cariosas, para deducir si las lesiones presentes pueden progresar o si puede haber nuevas lesiones.^{24, 25, 26, 27}

Elemento 4. Prevención de caries, control y manejo operatorio con preservación dental personalizada. Después de evaluarse el riesgo a caries y la actividad de las lesiones cariosas, se elabora un plan de tratamiento específico de cada paciente. Para lesiones existentes, se utilizan tratamientos preventivos e invasivos mínimos, según sea el caso y para prevenir la

aparición de nuevas lesiones, se modifican malos hábitos de higiene y dieta, además de los tratamientos preventivos.^{24, 25, 26, 27}

2.3.3 Combinación del diagnóstico clínico y radiográfico de lesiones cariosas

Para mejorar el diagnóstico de caries algunos autores recomiendan combinar la exploración visual y táctil con radiografías periapicales o de mordida. Los rayos X sirven para detectar lesiones avanzadas, ya que la zona dentaria desmineralizada permite mayor filtración de los rayos y radiográficamente se observa una zona radiolúcida en el área de la lesión y además ayuda al diagnóstico de caries no visibles que se encuentran en la zona interproximal.

El ICCMS™ integró la evaluación ICDAS con la evaluación radiográfica para detectar lesiones de caries, su profundidad y así tener información completa para dar un diagnóstico y tratamiento más certero. Se clasifica a las lesiones en inicial, moderada y severa y de acuerdo al avance que se observa radiográficamente. En la Tabla 4 se menciona el estadio de la lesión, cómo se ve radiográficamente y qué zonas abarca.²⁷

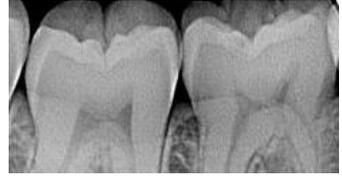
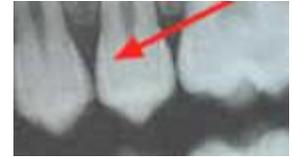
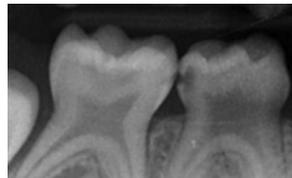
Sistema de registro radiográfico ICDAS		
<p>0</p> 		<p>Ausencia de radiolucidez</p>
<p>Estadio Inicial</p> 		<p>Radiolucidez en la mitad externa del esmalte</p>
		<p>Radiolucidez en la mitad interna del esmalte, cerca de la UAD (unión amelodentinaría)</p>
		<p>Radiolucidez en 1/3 externo de la dentina</p>
<p>Estadio moderado</p> 		<p>Radiolucidez que alcanza hasta 2/3 de la dentina</p>
<p>Estadio Severo</p> 		<p>Radiolucidez hasta 1/3 interno de la dentina y clínicamente cavitada</p>
		<p>Radiolucidez en la pulpa y clínicamente cavitada</p>

Tabla 4. Combinación de la información clínica y radiográfica. 24, 28, 29, 30, 31, 32, 33

3. MÍNIMA INVASIÓN EN ODONTOPEDIATRÍA

La Odontología Mínimamente Invasiva, se centra en la preservación del tejido dentario, mediante técnicas preventivas y atraumáticas, es decir, aplicar acciones que eviten la enfermedad y cuando ya existe, intervenir con procedimientos que sean restaurados con técnicas adhesivas, ya que éstas permiten una eliminación mínima de tejido dental.

Para abordar de manera específica, es importante conocer las causas de la caries en cada paciente y revisar cuál sería la forma más adecuada para resolver el problema. Los protocolos para el manejo de caries (ICDAS II e ICCMS™), nos facilitan la toma de decisiones, basados en niveles de riesgo específicos. Desde el punto de vista de la mínima intervención es fundamental revisar el riesgo de cada paciente. En los últimos años ha habido un interés renovado en la aplicación de mínima intervención para el tratamiento de las lesiones cariosas, especialmente para la dentición temporal. ^{34, 35, 36, 37, 38}

Los principios de la odontología mínimamente invasiva son:

- Evaluar el riesgo a caries.
- Educar al paciente respecto a la prevención de lesiones cariosas.
- Diagnóstico de caries mediante radiografías.
- Detección de lesiones activas.
- Remineralización y seguimiento de lesiones no cavitadas (manchas blancas).
- Restauraciones en dientes cavitados, eliminando solo el tejido infectado.
- Reparar las restauraciones defectuosas (resinas) en vez de reemplazarlas. ^{39, 40}

4. MATERIALES BIOACTIVOS

Un material bioactivo en odontología deber ser: estéril, liberar iones minerales, unirse al colágeno, proporcionar un pH adecuado para favorecer la formación de nuevos minerales, evitar la colonización de bacterias y mantener la vitalidad del tejido dentario.

Se considera bioactivo cuando provoca una secuencia de reacciones en la interfase biomaterial y el tejido vivo. Hench clasifica a los materiales bioactivos en dos grupos (A y B). El grupo A induce respuesta intracelular y extracelular, generando la unión del material al tejido duro y blando, mientras el grupo B induce solamente respuesta extracelular.

Los materiales bioactivos deben provocar una respuesta biológica, dando como resultado un enlace entre el tejido y el material, este enlace se forma por la liberación de iones dada por los materiales. Cada vez son más importantes como parte de la odontología mínimamente invasiva, ya que deben ser capaces de reemplazar el tejido enfermo, proporcionar un pH adecuado para favorecer la formación de nuevos minerales para remineralizar el tejido dentario previniendo nuevas lesiones, disminuyen el dolor postoperatorio y poseen actividad antibacteriana. ^{41, 42, 43, 44, 45, 46}

4.1 AGENTES REMINERALIZANTES

Fluoruro. La incorporación del fluoruro en los dientes se lleva a cabo cuando se está formando el esmalte, los ameloblastos secretan una matriz orgánica, que contiene proteínas y parcialmente está mineralizada con fluoruro que secretan los mismos ameloblastos. Posteriormente cuando el diente está erupcionando, continua la calcificación del esmalte y agregación de minerales entre esos el fluoruro. Proviene de la saliva y del consumo de agua, leche

materna o alimentos. El tiempo de maduración en dientes primarios es corto, aproximadamente de un año, lo que afecta a la mineralización y por consecuencia la progresión de caries es más rápida. Es por ello que desde el momento de la erupción se recomienda la aplicación de fluoruro. ^{12, 47, 48}

Los iones de fluoruro presentes en la saliva u otros medios, se adsorben en la superficie del cristal mineral en un diente ya erupcionado, atrayendo iones de calcio y luego iones de fosfato, formando una capa similar a la fluorapatita, esta capa es menos soluble que la superficie mineral de hidroxiapatita original del diente, por lo tanto, crea resistencia a caries en el esmalte. ⁸ El fluoruro además de servir como agente preventivo y remineralizante, actúa como antibacteriano. El fluoruro se puede obtener por dos vías:

- 1) Vía sistémica. Se ingiere por agua potable o sal fluorada principalmente, también se puede obtener de algunos alimentos. Después de ser absorbido en el tracto digestivo, entra al torrente sanguíneo, para ser depositado en huesos y dientes.
- 2) Vía tópica. Se aplica directamente en el esmalte, su aplicación puede empezar desde la primera erupción dental y hasta que termine la erupción para reforzar la superficie dental. Se encuentra en presentación de geles, barnices, colutorios y pastas dentales. ^{49,}

^{50, 51}

Fosfopéptido de caseína-fosfato de calcio amorfo (CPP-ACP). Es un nanocomplejo patentado por Reynolds en Australia. Está compuesto por la proteína fosfopéptido caseína (CPP) que deriva de la leche y contiene un precursor de la hidroxiapatita dental, el fosfato cálcico amorfo (ACP), tienen la capacidad para estabilizar el fosfato de calcio en solución.

La saliva y agentes externos (pastas, colutorios o barnices) que contienen fluoruro favorecen el proceso de remineralización, sin embargo, no siempre es suficiente para contrarrestar el proceso de caries y menos en pacientes de alto riesgo. Existen alternativas coadyuvantes para el proceso de remineralización, por ejemplo, el CCP-ACP, que aporta iones esenciales como fosfato y calcio. El proceso bioquímico consiste en la liberación de iones de calcio y fosfato en la superficie dental, para la sobresaturación y así ayuden a inhibir la desmineralización y estimulen la remineralización del esmalte para reparar la estructura perdida.^{49, 50, 51} (Figura 5)

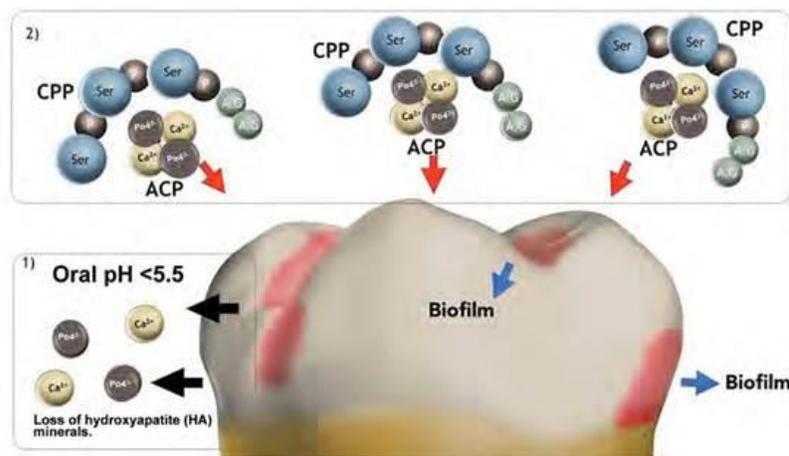


Figura 5. Proceso de remineralización con CPP-ACP.⁵²

Se realizaron estudios comparativos de la remineralización dental con fluoruro vs CPP-ACP, donde se demuestra que los fluoruros son más eficaces en el proceso de remineralización. Siendo así se ha optado por agregar fluoruro de sodio (1000ppm) a productos dentales que contengan CCP-ACP para aumentar sus propiedades y formar un nuevo compuesto CCP-ACPF (caseína fosfopéptido-fluoruro de fosfato cálcico amorfo). Actualmente hay variedad de productos que contienen CPP-ACP y CCP-ACPF, en diferentes presentaciones, como pastas tópicas, geles, barnices y chicles.⁵² (Tabla 5)

Ingredientes Activos	Marca registrada	Presentación
CPP-ACP	MI Paste™ (GC)	Pasta tópica
CPP-ACP	Trident Xtra Care® (Adams)	Chicle
CPP-ACP	Trident Total® (Adams)	Chicle
CPP-ACP	FUJI VII™ EP (GC)	Cemento de ionómero de vidrio
CPP-ACPF	MI Paste Plus™ (GC)	Pasta tópica
CPP-ACPF	MI Varnish™ (GC)	Barniz

Tabla 5. Productos dentales que contienen CPP-ACP y CPP-ACPF. ⁵²

4.2 MATERIALES BIOACTIVOS PARA EL USO EN RESTAURACIONES MÍNIMAMENTE INVASIVAS

Los materiales bioactivos compuestos de polímero, cerámica o resina se pueden usar para reparar o reemplazar órganos o tejidos dañados en el cuerpo humano. Es de relevancia clínica que estos materiales tengan características remineralizantes, actividad antimicrobiana, adhesión química y mecánica, para que puedan utilizarse en tratamientos de mínima invasión. En este apartado se enlistan los materiales más utilizados para restauraciones en odontopediatría, ventajas, desventajas y por último marcas comerciales e indicaciones. ⁵³

4.2.1 Ionómero de Vidrio

Wilson y Kent, en 1969 sintetizaron por primera vez el ionómero de vidrio. Es un compuesto, formado por un ácido poliaquenoico acuoso (ácido poliacrílico), que reacciona con vidrio compuesto por fluoroaluminosilicato. Viene en forma de polvo y líquido y al mezclarse forman una reacción ácido-base. Todos los ionómeros tienen propiedades importantes para usarse en odontopediatría, como:

- Coeficiente de expansión y módulo de elasticidad similar al de la dentina.
- Adhesión física y química a la dentina.
- Disminuye la sensibilidad postoperatoria.
- Resistencia a la humedad, por lo tanto, se puede colocar con aislamiento relativo.
- Liberación de fluoruro que ayuda a mejorar la dureza de la fase mineral en esmalte y dentina.

Estudios demuestran que la liberación de fluoruro en boca se da por menos de un año, al inicio de ser colocado se libera gran cantidad de fluoruro, después de unos días disminuye, hasta alcanzar niveles bajos de liberación prolongada. Sin embargo, puede actuar como reservorio de fluoruro, proveniente de pastas o aplicaciones tópicas.^{44, 45, 46}

Una de las desventajas de los ionómeros de vidrio, es la baja resistencia al desgaste y estética desfavorable. Es uno de los materiales que más se utiliza en odontopediatría para caries clase I, II y V, por su bajo costo y propiedades químicas, pero suele tener mayor tasa de fracaso en comparación con el ionómero de vidrio modificado.⁵⁴

4.2.2 Ionómero de Vidrio modificado con Resina

Los ionómeros modificados con resina son cementos convencionales con la adición de HEMA (metacrilato de hidroxietilo). Se patentaron en el año de 1980 y surgen por la búsqueda de mejorar la resistencia mecánica de los cementos de ionómero convencionales. Se compone de 80% ionómero de vidrio y 20% de resina (metacrilatos, fotoactivadores y co-iniciadores). Se une al diente por dos mecanismos, químicamente por la unión iónica del grupo carboxilo (ionómero) a los iones de calcio (diente) y mecánicamente por el componente de resina, unida a la superficie dental acondicionada. La adición de HEMA forma una capa híbrida entre la resina y la dentina, para lograr una mayor fuerza de unión. Este material tiene mejor unión química al esmalte y dentina y mejor estabilidad a largo plazo que un ionómero convencional.

Basado en estudios se ha demostrado mejor éxito de los ionómeros modificados con resina que los ionómeros simples en restauraciones de primera dentición. En dentición primaria puede utilizarse en cavidades clase II, en cavidades profundas, en casos con hábitos parafuncionales por su resistencia a las fuerzas oclusales y por su capacidad para disipar la tensión oclusal. También tiene mejor acabado estético y más gama de colores que los ionómeros convencionales y el tiempo de endurecimiento es menor. ^{45, 54, 55, 56}

4.2.3 Compómeros

Son compuestos, que se introdujeron al mercado en el año de 1993, están formados a base de vidrio de fluorosilicato de estroncio (72% de su peso) con resina modificada HEMA, TEGMA y con poliácido. También se les conoce como “composites modificados con poliácidos”. El monómero ácido funcional y el ionómero básico de los compómeros, ayudan a atraer la humedad; esta

humedad (saliva) puede desencadenar una reacción que libera fluoruro y amortigua el ambiente ácido.

Debido a sus propiedades liberadoras de fluoruro, estética y fácil manipulación, puede ser de primera elección en odontopediatría. Se colocan de una sola intención, polimerizan por fotocurado y tiene diferente gama de colores. Los compómeros son pastas que según el fabricante pueden venir en compule o jeringa.

Actualmente se ha utilizado como sustituto de la amalgama en odontopediatría. En distintos estudios se demuestra que tienen mejores propiedades físicas que los ionómeros convencionales y los modificados con resina, pero las propiedades cariostáticas son similares. Una desventaja es que por sí solo no tiene adhesión a esmalte y dentina, por lo tanto, se debe utilizar un adhesivo y deben colocarse en un ambiente seco.^{45, 56, 57}

4.2.4 Alkasites

El alkasite es un material actual, de relleno alcalino, liberador de iones que ayudan a neutralizar el ambiente ácido. Viene en forma de polvo-líquido; el polvo le confiere resistencia y longevidad en boca, está compuesto de rellenos como el vidrio de silicato de bario y aluminio, isorellenos, trifloruro de iterbio, iniciadores y pigmentos. Los rellenos (polvo) son los responsables de dar la resistencia adecuada para resistir las tensiones de la cavidad oral y las restauraciones sean duraderas. También contienen silanos unidos a las partículas de relleno, estos mejoran la unión entre el relleno inorgánico y la matriz, ya que pueden establecer un enlace químico entre la matriz y la superficie de vidrio. La parte líquida contiene dimetacrilatos los cuáles le dan excelentes propiedades mecánicas a largo plazo y facilitan la manipulación del alkasite.

El alcasite como material autopolimerizable, se coloca en la cavidad, se condensa y se le da anatomía, posteriormente se deja reposar durante 4 minutos. En presentación fotopolimerizable, la luz solo puede penetrar hasta 4mm, en cavidades con mayor profundidad se debe dejar el tiempo de fraguado de 4min. Siempre se debe colocar con aislamiento absoluto. A continuación, se enlistan las propiedades de los alcasites.

- Liberación de fluoruro y calcio por al menos 3 años.
- Autocurado y fotocurado.
- Color A2.
- Unión química y mecánica.
- Alta resistencia a la flexión. Obturación de clase I, II y V.
- No necesita base, grabado ni adhesivo.
- Económico.
- Técnica en masa (bulk) con mínima contracción.^{58, 59}

En la Tabla 6 se enlistan los materiales bioactivos vistos recientemente, algunas de las marcas comerciales existentes en México y sus indicaciones.

Material Bioactivo	Marca	Indicaciones
Ionómero de vidrio convencional	3M™ Ketac™ Universal	<ul style="list-style-type: none"> • Restauraciones pequeñas, clase I, II, III y V. • Selladores de fosetas y fisuras.
	3M™ Ketac™ Fil Plus	
	Ketac™ Molar Easymix	
	IonoStar Plus (VOCO)	
	GC Fuji II (GC)	
Ionómero modificado con resina	3M™ Vitremer™	<ul style="list-style-type: none"> • Restauraciones no tan profundas o en zonas con cargas oclusales excesivas. • Clase I y II en dientes y clase III y V en anteriores.
	Fuji II LC (GC)	
	Inolux (VOCO)	
Compómeros	Compoglass® F (Ivoclar Vivadent)	<ul style="list-style-type: none"> • Cavidades I, II y III en dentición primaria. • Cavidades sin estrés oclusal en dentición permanente.
	Twinky Star (VOCO)	
Alkasites	Cention N	<ul style="list-style-type: none"> • Cavidades profundas en oclusal.

Tabla 6. Marcas comerciales de materiales bioactivos para restauración e indicaciones. ^{53, 60, 61}

5. MATERIALES BIOACTIVOS EN TRATAMIENTOS MÍNIMAMENTE INVASIVOS

Los enfoques de mínima invasión se centran en la eliminación exclusiva de tejidos enfermos y el reemplazo por un material biocompatible, que asegure la vitalidad del diente por un largo tiempo. ⁶⁰

5.1 ESTRATEGIAS DE INTERVENCIÓN CON MATERIALES BIOACTIVOS

Los factores que determinan la intervención son la actividad de la lesión y si está cavitada o no. ²⁴ (Figura 6)

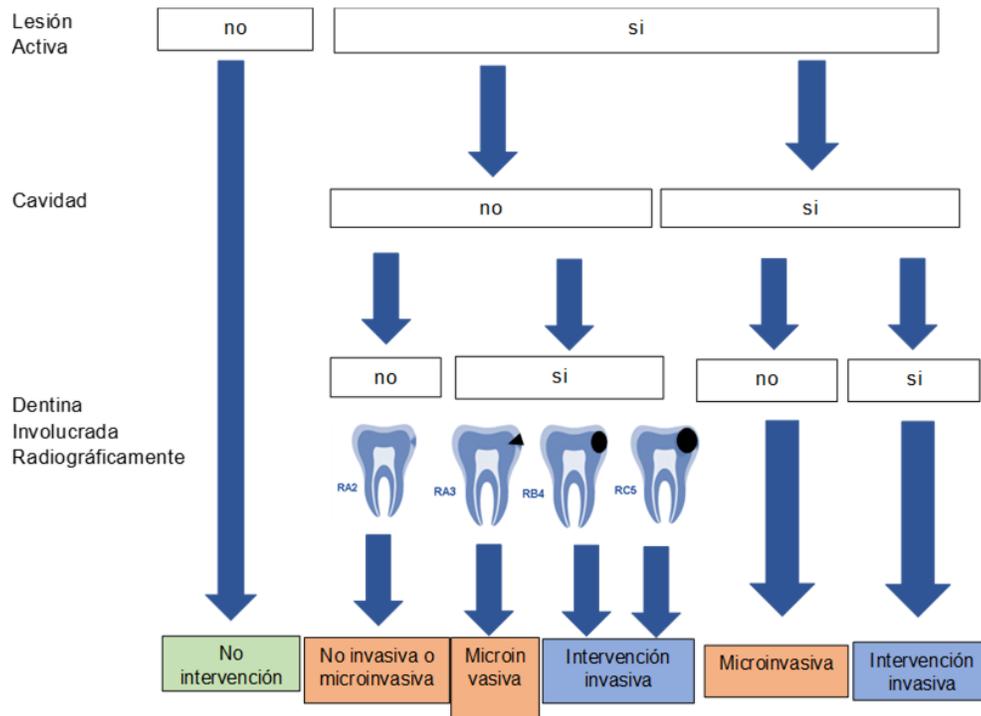


Figura 6. Factores que determinan el tipo de intervención en lesiones oclusales. ⁶²

Actividad de la lesión. Una lesión inactiva cavitada o no es como una “cicatriz” y no requiere ningún tratamiento invasivo, solo prevención (excepto por motivos de función, estética y forma). Para evaluar la actividad de la lesión se pueden considerar los puntos que se mencionaron en el capítulo 2 sobre el manejo de caries. Los signos clínicos de lesiones leves y moderadas son los siguientes, si la superficie cariada está lisa, indica que es una lesión inactiva, mientras que superficies rugosas cariadas, pueden indicar actividad. Para una lesión activa el esmalte está blanco o amarillento, con pérdida de brillo. La caries se encuentra en una zona retentiva de biofilm y puede estar cubierta de biofilm grueso, si está cerca del margen gingival, al eliminar el biofilm se observa enrojecimiento de la encía. Para una lesión inactiva el color del esmalte puede ser blanco, amarillo o negro, tiene brillo, es duro y liso. No necesariamente puede estar cubierta por biofilm, como una lesión activa. En lesiones severas, al sondeo la dentina se siente blanda o suave en lesiones activas y en lesiones inactivas la dentina está dura y brillante.

Cavitación. La cavitación se puede observar a simple vista o pasando un explorador de punta redonda o sonda. Hay que tener en cuenta que un diente cavitado aumenta la probabilidad de progresión de la lesión. Una cavidad es más susceptible al ataque ácido por la pérdida de minerales que tiene. Por otra parte, hay cavidades que son muy pequeñas y solo abarcan esmalte, sin llegar a dentina. Evaluar las cavidades en superficies lisas es mucho más sencillo (linguales o bucales) que en superficies rugosas (oclusales). Las lesiones que se extienden hasta dentina, se deben evaluar con radiografías, para determinar qué tipo de intervención y tratamiento se ejecutará.⁶²

5.1.1 Estrategias no invasivas

Las estrategias no invasivas (preventivas) no eliminan el tejido dental duro e involucran, por ejemplo, fluoruros y estrategias químicas para controlar el equilibrio mineral, medidas de control de biopelículas y control dietético. En lesiones inactivas cavitadas o no, se puede revertir la caries o pausar la desmineralización, sin necesidad de un tratamiento invasivo como en el caso de ICDAS 1 y 2.^{62,63} (Figura 7)



Figura 7. Lesión cariosa ICDAS 1.⁶⁴

En lesiones activas que no están cavitadas y que además están involucrados varios dientes el riesgo de caries es alto. (Figura 8) El manejo de estas lesiones es preventivo, es importante cambiar e implementar nuevos hábitos al paciente y con ello provocar cambios favorables en el pH bucal para favorecer a la remineralización, por ejemplo:

- Disminuir la ingesta de carbohidratos. Dado que los carbohidratos alteran el pH en boca, es importante controlar el consumo de azúcares.

- Control óptimo del biofilm dental con técnica de cepillado al menos 3 veces al día, higiene interdental, estrategias antimicrobianas (clorhexidina) y profilaxis cada 3 o 6 meses.
- Mantener flujo salival óptimo, tomar suficiente agua.
- Educación a padres y pacientes.
- Uso de componentes que remineralicen o intervengan en la evolución de caries como barnices de fluoruro, aplicación tópica de fluoruro, pasta dental con al menos 1100 ppm de fluoruro o pastas que contengan CPP-ACPF. ^{39, 62}



Figura 8. Lesiones cariosas activas no cavitadas en un paciente de 5 años que presenta alto riesgo a caries. ⁶³

5.1.2 Estrategias microinvasivas

El sellado es una estrategia microinvasiva, que no requiere eliminar tejido duro, solo se usa la abrasión del tejido, es una técnica que se realiza en caras oclusales, de manera preventiva, utilizando un sellante a base de ionómero de vidrio, que permite la remineralización del tejido dentario, sellando fosas y fisuras profundas o se puede utilizar en lesiones cariosas inactivas microcavitadas que solo abarca hasta esmalte. Además, se pueden implementar estrategias no invasivas, para disminuir el riesgo a caries. ^{62, 65}

Los selladores a base de ionómero en odontopediatría, pueden ser más eficaces que uno de resina, ya que, si se pierden parcialmente, los restos que queden del sellador siguen teniendo actividad bioactiva. Una ventaja es que son más tolerables a la humedad, por lo tanto, se pueden colocar con aislamiento relativo.^{62, 65} (Figura 9)



Figura 9. Lesión cariosa no cavitada.⁶³

5.1.3 Estrategias invasivas

Implica colocar una restauración después de la eliminación selectiva de tejido cariado, es importante evaluar factores que determinan la intervención como: la actividad de las lesiones y la cavitación. En lesiones que tiene cavidades pequeñas, pero radiográficamente abarcan hasta el tercio medio o interno de la dentina (ICDAS 5 y 6) deben ser manejadas con técnicas mínimamente invasivas y restauradas con materiales de obturación bioactivos que sean resistentes, por ejemplo, composites o alcasites.⁶² (Figura 10)



Figura 10. ICDAS 6. ⁶⁶

5.2 PRINCIPIOS PARA LA REMOCIÓN DEL TEJIDO CARIADO

Una vez que se determinó el tratamiento que se dará a la lesión, de ser necesario se eliminará el tejido de forma selectiva. El termino remoción hace referencia al tratamiento químico-manual para eliminar el tejido cariado y conservar tejido remineralizable y no remineralizable, cada caso es diferente y depende de la extensión cariosa y la cercanía a la pulpa.

Eliminación selectiva de dentina firme. Se utiliza para ambas denticiones, donde el proceso carioso no es muy profundo. Después de remover la dentina, al pasar una sonda se siente resistencia y se puede escuchar un “cri dentinario”, las paredes de la cavidad se sienten duras, el esmalte debe estar intacto, para un buen sellado hermético de la restauración. (Figura 11) La dentina firme es físicamente resistente a la excavación manual y se necesita cierta presión para retirarla. ⁶²



Figura 11. En la periferia hay dentina dura y esmalte sano, mientras que en el centro queda la dentina firme.⁶⁷

Eliminación selectiva hasta dentina blanda. Se usa en lesiones que llegan al tercio interno de la dentina (radiográficamente). La dentina blanda se deforma cuando se presiona un instrumento duro sobre ella y puede quitarse fácilmente. Al eliminar el tejido cariado, se deja un resto sobre el techo pulpar, para evitar comunicación y “estrés” pulpar y de esta manera poder mantener la vitalidad pulpar. Se ha demostrado que un buen sellado hermético de la cavidad con restauración adhesiva, impide la reproducción de bacterias que quedan atrapadas en el fondo de la cavidad.^{67, 68} (Figura 12)



Figura 12. Ejemplo de dentina blanda en el fondo de la cavidad. ⁶⁹

5.3 TÉCNICAS MÍNIMAMENTE INVASIVAS EN ODONTOPEDIATRÍA

Un punto importante para la atención en odontopediatría es evitar la ansiedad y el malestar en el niño. El dolor y el miedo que se relaciona con el uso de instrumentos rotatorios, hace que el paciente evite al odontopediatra. Se pueden utilizar varias opciones de tratamiento para eliminar y controlar la caries sin necesidad de utilizar instrumentos rotatorios.

Tradicionalmente se ha eliminado la caries con instrumentos rotatorios, pero es una técnica desfavorable para la mínima intervención, ya que es difícil establecer la cantidad de tejido que se desea eliminar y tiene otras desventajas como el uso de anestesia para evitar el dolor causado por el instrumento y la incomodidad que causa. Es por ello que se diseñaron métodos alternativos para eliminar el tejido cariado (fresas de polímero, técnicas abrasivas, el ozono y láser) sin embargo, los únicos con más estudios, mejores resultados y con menos costo son los métodos químico-mecánicos y el tratamiento restaurador atraumático. ⁷⁰

5.3.1 Remoción químico-mecánica

Este método se utilizó por primera vez en el año de 1975 por Habib, utilizó hipoclorito de sodio al 5%, posteriormente se introdujo GK-101, el sistema Caridex y Carisolv, que contenían hipoclorito de sodio, ácido glutámico, lisina y leucina. De estos métodos el que mejor tuvo aceptación fue el Carisolv, pero no se convirtió en una alternativa por su alto costo, el sabor que provocaba y el tiempo que se necesitaba para que actuara degradando el tejido.

En el año 2003 en Brasil, se elaboró un nuevo compuesto llamado Papacarie, a base de papaína desarrollado por Bussadori y Miziara. Contiene 10% de papaína, 0.5% de cloramina, azul de toluidina, sales y un vehículo espesante. La papaína es una enzima proteolítica similar a la pepsina humana y se encuentra en las semillas de la papaya, actúa solo sobre tejido dañado, el cual carece del inhibidor de la proteasa plasmática alfa-1-antitripsina y en tejido sano se desactiva la papaína por la presencia de este inhibidor. La cloramina actúa como disolvente, mediante la cloración del colágeno parcialmente degradado y también sirve como desinfectante.^{9, 15}

El gel está indicado para cualquier tipo de lesión cariosa que tenga que ser restaurada, previamente se toma una radiografía para evaluar el nivel de caries. Consiste en usar aislamiento relativo y colocar el gel sobre la dentina reblandecida de 30 a 60 segundos, la aparición de burbujas y el blanqueamiento del gel durante el procedimiento clínico, indican liberación de oxígeno y que se está degradando el tejido infectado, esto significa que ha comenzado el proceso.^{71, 72} (Figura 13)



Figura 13. Colocación del gel papacarie. ⁷³

Posteriormente se debe eliminar el tejido con una cucharilla no cortante, se puede repetir la técnica hasta sentir tejido duro. Se limpia con una torunda humedecida con agua o clorhexidina. ⁷¹ (Figura 14)



Figura 14. Eliminación del tejido con cucharilla no cortante. ⁷³

5.3.2 Tratamiento Restaurador Atraumático

Esta técnica apareció en los años 80 en Tanzania, desarrollada por el Dr. Frencken, tiene como objetivo proteger, curar y preservar la estructura dental. Se basa en la eliminación de caries con instrumentos manuales cortantes. El procedimiento sigue los principios de la remoción del tejido cariado, porque se elimina específicamente la dentina blanda y no se utiliza anestesia para evitar la ansiedad en niños. Este tratamiento siempre va combinado con recomendaciones para prevención de caries.

Los procedimientos se realizan bajo aislamiento relativo y sin anestesia, se trabaja con instrumentos manuales, no cortantes y cortantes. Se elimina el tejido blando hasta encontrar dentina firme, clínicamente se observa una dentina endurecida, seca y es difícil de retirar. Se limpian los márgenes cavosuperficiales y las paredes para lograr una buena adhesión del material restaurativo. ^{64, 74}

CONCLUSIONES

La combinación de los materiales bioactivos con la odontología mínimamente invasiva, favorece a tener un mejor tratamiento para los pacientes pediátricos. Con ayuda de los sistemas para el manejo de lesiones cariosas podremos tener un diagnóstico más completo y así elegir de manera correcta el tratamiento que se llevará a cabo. Se deben evaluar todos los factores involucrados que causaron el proceso carioso en el paciente, para de esta manera poder abordar correctamente y crear un plan de tratamiento específico, que incluya estrategias según sea el caso, no invasivas, microinvasivas, invasivas o mixtas.

La odontología mínimamente invasiva nos ayudará a realizar los tratamientos en menor tiempo, disminuir la ansiedad en el paciente pediátrico ya que por la técnica que se lleva a cabo, no se generan tantas molestias. También nos ayudará a crear una retención para que el material bioactivo sea colocado y se cree un buen sellado periférico que impida la colonización de nuevas bacterias.

Los materiales bioactivos complementarán la técnica mínimamente invasiva, ya que sus propiedades nos ayudarán a que permanezcan más tiempo en boca, servirán como reservorio de fluoruro que, al unirse al diente, fortalece las propiedades del esmalte o dentina. El fluoruro presente en el material bioactivo actúa cuando el pH de la cavidad oral se encuentra por debajo de 5.5 ayudando a la remineralización dental.

La eliminación selectiva de tejido cariado que incluye las técnicas químico-mecánicas y el tratamiento restaurativo atraumático, nos va a permitir mantener mayor parte de tejido sano y a proteger la pulpa, para que el diente permanezca más tiempo en boca.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Castillo RA. Odontología preventiva, Odontología mínimamente invasiva; Diagnóstico prevención y tratamiento dental: Cariología, 2004. [Tesis de doctorado], República del Salvador: Universidad del Salvador, Facultad de Odontología; 2004. 80 p.
2. Chaple GAM. Comparación de dos clasificaciones de preparaciones cavitarias y lesiones cariosas: Mount y Hume, y Black. Rev Cubana Estomatol. 2015;52(2):160-170.
3. Greene Vardiman Black – Kulzer México [Internet]. 2021 [Citado 22 noviembre 2021]. Disponible en: <https://cutt.ly/wYsIS8r>
4. Peña T. Remoción de dentina cariada utilizando la filosofía de mínima intervención, niños entre los 5 y 7 años de edad, 2015. [Tesis de maestría]. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas; 2015. 56 p.
5. Shashireka MDS, Amit J, Neeta M, Kumar S. Conceptualization of Bioactive Materials in Dental Caries Prevention. The Official journal of Faculty of Medicine, Mahidol University. 2021;73(9):614-632.
6. Guillén C, Chein S, Castañeda M, Ventocilla M, Benavente L, Rivas CA, et al. Estudio Comparativo de la Efectividad del Tratamiento Restaurador Atraumático con y sin Remoción Químico Mecánica en Dientes Deciduos. Odontol Sanmarquina [Internet]. 2003 [Citado el 15 de octubre de 2021];6(12):26-9. Disponible en: <https://cutt.ly/3THRJM9>
7. Catalá M., Cortés O. La caries dental: una enfermedad que se puede prevenir. An Pediatr Contin. 2014;12(3):147-152.
8. Featherstone JD. Dental Caries: a dynamic disease process. Aust Dent J. [Internet] 2018 [Citado el 20 de octubre de 2021];53:286-291. Disponible en: <https://cutt.ly/hYshHCj>
9. Zhou X. Dental caries: principles and management [Internet]. Springer; 2016 [Citado el 18 de octubre 2021]. Disponible en: <https://cutt.ly/NTHYosJ>

10. Goldberg M. Understanding dental caries: from pathogenesis to prevention and therapy [Internet]. Springer; 2016 [Citado el 19 de octubre de 2021]. Disponible en: <https://cutt.ly/qTHTMyZ>
11. Patrick J, Hardy N, Chinoy A, Bartlett J, Hu J. How Fluoride Protects Dental Enamel from Demineralization. *J Int Soc Prev Community Dent.* 2020;10(2):134-141.
12. Lauren J. Walsh. Aspectos clínicos de biología salival para el Clínico Dental. *Revista de Mínima Intervención en Odontología.* 2008;1(1):5-24.
13. Juárez MLA, Hernández RD, Hernández JC. Efecto preventivo y de remineralización de caries incipientes del fosfopéptido de caseína fosfato de calcio amorfo. *Rev Invest Clin.* 2014;66(2):144-151.
14. Garchitorena MI. Bioactive materials in dentin remineralisation. *Odontoestomatología.* 2016;18(28):11-19.
15. López MA, Amaral R, Bussadori S. Proteólisis enzimática del colágeno dentinario. *Odontoestomatología* [Internet]. 2010 [Citado el 20 de octubre de 2021];12(14):35-44. Disponible en: <https://cutt.ly/CTHYvmf>
16. Villegas B, André F, Sánchez L, Vergara S, Damián A. Potencial remineralizante de tres tipos de fluoruro en dentina afectada por caries de molares temporales. [Tesis de licenciatura], México: FES Zaragoza; 2021. 69-p.
17. Hamama H, Cky Yiu, M F Burrow. Effect of chemomechanical caries removal on bonding of resinmodified. *Aust Dent J.* 2015;60(2):190-199.
18. Pinna R, Maioli M, Eramo S, Mura I, Milia E. Carious affected dentine: its behaviour in adhesive bonding. *Australian Dental Journal* 2015;60:276-293.
19. Ceballos García L. Adhesión a dentina afectada por caries y dentina esclerótica. *Av Odontoestomatol* [Internet]. 2004 [Citado el 22 de octubre de 2021];20(2):71-78. Disponible en: <https://cutt.ly/cTHYYYS>

20. Bello C, Fernández L. Atraumatic Restorative Treatment like a tool of the Simplified Dentistry Review. Acta odontol. Venez [Internet]. 2008 [Citado el 25 de octubre de 2021];46(4):567-572.
Disponible en: <https://cutt.ly/ZTHYFrh>
21. Innes NP, Frencken JE, Bjorndal L, Maltz M, Manton DJ, Ricketts D, et al. Managing Carious Lesions: Consensus Recommendations on Terminology. Advances In Dental Research. 2016;28(2):49-57.
Disponible en: <https://cutt.ly/qTHYVuA>
22. Braun A., Charlotte LMJ., Frankenberger L. Histological validation of ICDAS II and radiological assessment of occlusal carious lesions in permanent teeth. Odontology [Internet]. 2017 [Citado el 25 de octubre de 2021];105:46-53. Disponible en: <https://cutt.ly/FTHY2Am>
23. Dikmen B. Icdas II criteria (international caries detection and assessment system). J Istanb Univ Fac Dent. 2015;49(3):63-72.
24. B. Pitts N, I. Ismail A., Martignon S., Ekstrand K., Douglas G, Longbottom C. Guía de referencia rápida ICCMS™ para clínicos y educadores, Guía ICCMS™ para clínicos y educadores. [Internet]. 2014 [Citado el 27 de octubre de 2021] 1-12. Disponible en: <https://www.icdas.org>
25. Porroa J, De la Cruz G, Ventura A, Perona G. Herramientas actuales para el diagnóstico, manejo y control de la caries dental. Parte II. Una revisión de la literatura. Revista Científica Odontológica. 2020;8(1):1-7.
26. Ismail A, Pitts N, Tellez M. The International Caries Classification and Management System (ICCMS™) An Example of a Caries Management Pathway. BMC Oral Health. 2015;15(S1).
27. Hernández JA, Cardozo MA, Arango MC, Villavicencio JE. Correlation Of Clinical And Radiographic Diagnosis Of Carious Lesions In Posterior Teeth. Rev Fac Odontol Univ Antioq [Internet]. 2017 [Citado el 29 de octubre de 2021];28(2):341-353. Disponible en: <https://cutt.ly/MTHUrUR>
28. Díaz J, Jans A, Zaror C. Efectividad de la Remoción Parcial de Caries en Molares Primarios con Lesiones de Caries Profunda. Ensayo Clínico

- Aleatorizado. International Journal of Odontostomatology. 2017;11(4):443-449.
29. Sistema radiográfico ICDA-ICCMS (Radiografía Bite-Wing) [Internet]. Argentina – [Citado el 30 de octubre de 2021]. Disponible en: <https://cutt.ly/RYskJtd>
 30. Radiología de las caries | Patología Oral, General, Bioestadística, Metodología de la Investigación [Internet]. [Citado el 30 de octubre de 2021]. Disponible en: <https://cutt.ly/iYRI5cz>
 31. CliccaScienze [Internet]. Brasil- [Citado el 30 de octubre de 2021]. Disponible en: <https://cutt.ly/zTHUjoe>
 32. Cómo tratar las caries en los dientes de leche [Internet]. España - [Citado 5 noviembre de 2021]. Disponible en: <https://cutt.ly/qYskxj8>
 33. Dental L. La Caries Dental | Juan “D” y Beatriz [Internet]. México – [Citado el 5 de noviembre de 2021]. Disponible en: <https://cutt.ly/wTHUI7h>
 34. Chaple Gil AM. Generalidades sobre la mínima intervención en cariología. Rev Cubana Estomatol [Internet]. 2016 [Citado el 3 de noviembre de 2021];53(2): 37-44. Disponible en: <https://cutt.ly/YYsfIVZ>
 35. Kumar S, Mala N, Rana KS, Namazi N, Rela R, Kumar K. Conocimiento y uso del enfoque de odontología mínimamente invasiva por parte de los dentistas generales: un compañero que se pasa por alto. J Pharm Bioall Sci 2021;13:199-205.
 36. Kathuria V, Ankola AV, Hebbal M, Mocherla M. Carisolv: un método innovador de eliminación de caries. J Clin Diagn Res. 2013;7(12):3111-3115.
 37. Hamama H, Yiu C, Burrow M. Effect of chemomechanical caries removal on bonding of resin-modified glass ionomer cement adhesives to caries-affected dentine. Australian Dental Journal. 2015;60(2):190-199.
 38. Moradi, S., Sabbagh, S., Timms, L. et al. Teaching Minimally Invasive Interventions in Paediatric Dentistry: A Cross-Sectional Survey of Dental Schools in Iran. BMC Oral Health 2021;21:368-375.

39. Showkat, N., Singh, G., Singla, K., Sareen, K., Chowdhury, C., & Jindal, L. Minimal Invasive Dentistry: Literature Review. *Journal of Current Medical Research and Opinion*. 2020;3(09):631-636.
40. Sharma P, Dhawan P, Rajpal S, Bhagat N. Minimal Invasive Dentistry: An Emerging Trend. *International Journal of Medical Science And Diagnosis Research*. 2021;5(10):631-636.
41. Garchitorena MI. Vidrios bioactivos en odontología restauradora. *Odontoestomatología* [Internet]. 2019 [Citado el 4 de noviembre de 2021];21(34):33-43. Disponible en: <https://cutt.ly/IYp30fu>
42. Hincapié S, Rodríguez V. Biodentine: Un nuevo material en terapia pulpar *Universitas Odontologica*. 2015;34(73):69-76.
43. Govind S, Jena A, Mohanty N, Kamilla S. Conceptualization of Bioactive Materials in Dental Caries Prevention. *Siriraj Medical Journal*. 2021;73(9): 614-632.
44. Vega DDS, Rodríguez, Piña B, Hernández A. Effect of Ions Released and pH of Two Glass Ionomer Cements in Human Gingival Fibroblasts. *Odovtos - International Journal of Dental Sciences*. 2019;21(1):67-77.
45. Dhar V, Hsu K, Coll J, Ginsberg E, Ball B, Chhibber S et al. Evidence-based Update of Pediatric Dental Restorative Procedures: Dental Materials. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*. 2015;39(4):303-310.
46. Upadhyay S, Rao A, Shenoy R. Comparison of the Amount of Fluoride Release from Nanofilled Resin Modified Glass Ionomer, Conventional and Resin Modified Glass Ionomer Cements. *J Dent* 2013;10(2):134-140.
47. Aguilera L., Sánchez G., Neri C., Aceves M., Padilla P. Relación entre la concentración salival de fluoruro y caries dental. *ADM*. 2009;65:34-40.
48. Robles NL, Lara E, Herrera E, Bermeo JR, Santillán AM, Pontigo AP, et al. Leche humana y su efecto sobre la mineralización del esmalte: revisión de literatura. *Pediatr*. [Internet]. 2019 [Citado 10 de noviembre de 2021];46(3):209-217. Disponible: <https://cutt.ly/qYIZg1G>

49. Acosta de Camargo M, Palencia L, Santaella J, Suárez L. El uso de fluoruros en niños menores de 5 años. Evidencia. Revisión bibliográfica. Revista de Odontopediatría Latinoamericana. 2020;10:82-92.
50. Portilla J, Pinzón ME, Huerta ER, Obregón A. Conceptos actuales e investigaciones futuras en el tratamiento de la caries dental y control de la placa bacteriana. Rev. Odont. Mex [Internet]. 2010 [Citado el 10 de noviembre de 2021];14(4):218-225.
Disponible en: <https://cutt.ly/qTHUOPe>
51. Valencia C. Uso de los derivados de la caseína en los procedimientos de remineralización. ADM. 2012;69:191-199.
52. Madrid CC, Perez SDC. Casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate nanocomplex (CPP-ACP) in dentistry: state of the art. Rev Fac Odontol Univ Antioq [Internet]. 2019 [Citado el 12 de noviembre de 2021];30(2):248-262. Disponible en: <https://cutt.ly/7THULbu>
53. Pires P., Neves A., Makeeva I. et al. Contemporary restorative ion-releasing materials: current status, interfacial properties and operative approaches. Br Dent J 2020;229:450-458.
54. Peric T, Markovic E, Markovic D, Petrovic B. Meta-Analysis of In-Vitro Bonding of Glass-Ionomer Restorative Materials to Primary Teeth. Materials. 2021;14(14):15-39.
55. Gil P MADA, Sáenz M. Compómero: ¿Vidrio ionomérico modificado con resina o resina modificada con Vidrio ionomérico? Acta Odontológica Venezuela [Internet]. 2001 [Citado el 13 de noviembre de 2021];39(1):57-60. Disponible en: <https://cutt.ly/iTHU1x9>
56. Tormos A., Pizarro C., Sanchís E., Zaragoza A., Ferrer TI. Ionómeros de vidrio y compómeros en odontopediatría: actualización sobre características e indicaciones. ODONTOL PEDIÁTR, Madrid. 2004;12: 45-50.
57. Flurry S. Materiales de obturación para la restauración de dientes temporales. Quintessence. 2012;25:429-435.

58. Shetty S, Bhat R, Kini A, Shetty P. Microleakage Evaluation of an Alkaside Restorative Material: An In Vitro Dye Penetration Study. *The Journal of Contemporary Dental Practice*. 2019;20(11):1315-1318.
59. Cedillo J, Espinosa R, Farias R. Adaptación Marginal E Hibridación De Los Alkasites; Estudio In Vitro, Al Meb-Ec. *RODYB*. 2019;8:19-27.
60. 3M. [Internet] – [Citado el 13 de noviembre de 2021]. Disponible en: <https://cutt.ly/OYlv4IA>
61. Team I. Cention N [Internet] – [Citado el 13 de noviembre de 2021]. Disponible en: <https://cutt.ly/YTHU728>
62. Schwendicke F, Splieth C, Breschi L, Banerjee A, Fontana M, Paris S, et al. When to intervene in the caries process? An expert Delphi consensus statement. 2019;23(10):3691-3703. Disponible en: <https://cutt.ly/xTHleLi>
63. Kühnisch J, Hickel R, Heinrich-Weltzien R. Riesgo de caries y actividad de caries. *Quintessenz*. 2011;24(61):453-461.
64. Las caries. [Internet] – [Citado el 13 de noviembre de 2021]. Disponible en: <https://cutt.ly/ZYsf2kl>
65. Casamayou R, Boghosian E, Abella R. Comportamiento de los sellantes de vidrio ionomero de alta densidad. Estudio a 6 años. *Actas Odontol*. [Internet]. 2016 [Citado el 15 de noviembre de 2021];13(2):33-42. Disponible en: <https://cutt.ly/jTHldzD>
66. Fuente directa. Viale Núñez Brenda alumna del seminario de Odontopediatría, promoción 66.
67. Schwendicke F, Frencken J, Innes N. Caries excavation. Evolution of Treating Cavitated Carious Lesions. [Internet]. Alemania Karger Medical and Scientific Publisher; 2018. [Citado el 15 de noviembre de 2021]. Disponible en: <https://cutt.ly/bYlbSFd>
68. Basso ML. Conceptos actualizados en cariología. *Rev Asoc Odontol Argent* 2019;107:25-32.
69. Esp. Juan Carlos Hernández Cabanillas. Baja California. 2020 [Internet] [Citado el 15 de noviembre].

70. Pascareli-Carlos AM, Martins LF, Silva Gonçalves M, Pettorossi Imparato JC, Tedesco TK. Pain perception of children after restorative treatments: Atraumatic restorative treatment versus chemomechanical removal - A noninferiority randomized clinical trial. Journal of the Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry [Internet]. 2021 [Citado el 13 de noviembre de 2021];39(2):202–207.
Disponible en: <https://cutt.ly/mTHljBb>
71. AlHumaid J. Efficacy and efficiency of papacarie versus conventional method in caries removal in primary teeth: An SEM study. Saudi J Med Med Sci. 2020;8:41-55.
72. Nair S, R Nadig R, S Pai V, Gowda Y. Effect of a Papain-based Chemomechanical Agent on Structure of Dentin and Bond Strength: An in vitro Study. Int J Clin Pediatr Dent [Internet]. 2018 [Citado el 13 de noviembre de 2021];11(3):161-166. Disponible en: <https://cutt.ly/1Ysgukc>
73. Raulino L., Murillo JH, Marcílio E, Guedes-Pinto AC, Kalil S. Utilización del gel de la papaya para la remoción de la caries. Acta Odontológica Venezolana [Internet]. 2005. [Citado el 13 de noviembre de 2021];43(2):155-158. Disponible en: <https://cutt.ly/GYp57sG>
74. Bello Sorely C, Fernández Luzcabel. Atraumatic Restorative Treatment like a tool of the Simplified Dentistry Review. Acta Odontológica Venezolana [Internet]. 2008 [Citado el 13 de noviembre de 2021];46(4): 567-572. Disponible en: <https://cutt.ly/nYp5M9C>