



UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CUENCA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

UNIDAD ACADÉMICA DE SALUD Y BIENESTAR

CARRERA DE ODONTOLOGÍA

**CAPÍTULO DE LIBRO: ESTRATEGIAS DE REMOCIÓN
DE CARIES EN LESIONES CARIOSAS**

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE ODONTÓLOGO**

AUTOR: CRISTINA ANABEL CARPIO FIGUEROA

DIRECTOR: OD. ESP. XAVIER SEBASTIÁN MATUTE BUENO

CUENCA - ECUADOR

2024

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

UNIDAD ACADÉMICA DE SALUD Y BIENESTAR

CARRERA DE ODONTOLOGÍA

**CAPÍTULO DE LIBRO: ESTRATEGIAS DE REMOCIÓN DE CARIES
EN LESIONES CARIOSAS**

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE ODONTÓLOGO**

AUTOR: CRISTINA ANABEL CARPIO FIGUEROA

DIRECTOR: OD.ESP. XAVIER SEBASTIÁN MATUTE BUENO

CUENCA - ECUADOR

2024

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO

CAPÍTULO

ESTRATEGIAS DE REMOCIÓN DE CARIES EN LESIONES CARIOSAS

Cristina Anabel Carpio - Figueroa ¹
cristina.carpio.00@est.ucacue.edu.ec

Xavier Sebastián Matute - Bueno ¹
xmatuteb@ucacue.edu.ec

¹ Unidad Académica de Salud y Bienestar, Carrera de Odontología, Universidad Católica de Cuenca, Ecuador

ESTRATEGIAS DE REMOCIÓN DE CARIES EN LESIONES CARIOSAS

MANEJO DE LESIONES CARIOSAS

El objetivo del tratamiento de remoción de lesiones cariosas se centra en reducir o controlar las lesiones existentes mediante técnicas de restauración mínimamente invasivas. En lesiones previamente tratadas se preferirá elegir la reparación de restauraciones defectuosas, en lugar de la remoción completa y reemplazo. Considerando que la caries dental está asociada al biofilm, la prevención contra la aparición de nuevas lesiones y el manejo de las ya existentes deben enfocarse prioritariamente en el control antes que en la remoción de tejidos. En el manejo de cualquier lesión cariosa existente, que varía en etapas y actividad, siempre se debe tomar en cuenta:(1)

- Inactivar o controlar la enfermedad
- Conservar los tejidos duros del diente a largo plazo
- Preservar la mayor estructura dental posible

En las lesiones no cavitadas que son accesibles a la higienización, el tratamiento ideal sería la remoción del biofilm y una posterior remineralización o sellado, acompañado con una instrucción de higiene oral al paciente para la prevención de futuras complicaciones. Las lesiones cavitadas, pero higienizables, que se encuentran inactivas, pueden ser detenidas con la eliminación del biofilm o la remineralización. Por otro lado, ante una lesión cavitada y no accesible a la higiene, el tratamiento sellador ya no es una opción, y se optará por una estrategia de remoción y restauración un poco más invasiva. (1,2)

El manejo de la caries dental implica controlar sus detonantes, como la alta ingesta de hidratos de carbono fermentables y la maduración del biofilm en la superficie dental. Sin embargo, si el paciente no realiza un protocolo adecuado para inactivar el progreso de la lesión, el biofilm cariogénico permanece y facilita la proliferación de bacterias hacia el tejido pulpar, lo que implica un mayor riesgo de desarrollar patologías pulpares con el tiempo. (1–3)

De acuerdo con la dureza del tejido dentinario remanente, la extensión de la lesión y el tipo de dentición afectada (permanente o decidua), las estrategias de remoción de caries son: (1,4,5)

- No eliminación de caries de dentina, usando un material de restauración para sellar de manera hermética la cavidad.
- Remoción no selectiva hasta dentina dura
- Remoción selectiva hasta dentina firme.
- Remoción selectiva hasta dentina blanda.
- Remoción por etapas (stepwise). (4)

La decisión sobre cuándo utilizar las diferentes técnicas de remoción de caries la debe tomar el odontólogo basando su plan de tratamiento en: (6)

- el diagnóstico de la enfermedad, tomando en cuenta el riesgo cariogénico del paciente
- evaluación de la posibilidad de prevención y remineralización
- Tratamientos mínimamente invasivos (evaluar la posibilidad de reparar las restauraciones antes de su eliminación completa)
- Instrucción de higiene oral para evitar el desarrollo de la enfermedad

CARIES DENTAL

La caries dental se puede definir como una enfermedad multifactorial, crónica, dinámica, y no transmisible que se produce en el tejido dentario cuando está en contacto con depósitos microbianos. (7–10), 1 Esta enfermedad se caracteriza por un desequilibrio en el ecosistema bucal debido a las bacterias acidogénicas presentes en el biofilm, las cuales, mediante el metabolismo de los carbohidratos fermentables, producen ácidos orgánicos, causando una disminución del pH y así una desmineralización de la sustancia dental que puede llevar a la pérdida estructural y alteraciones dentino-pulpaes (lesión cariosa). (2,8,11,12) ,

LESIÓN DE CARIES

Una lesión producida por caries, es una alteración notable en la estructura dental, producto de la desmineralización que se da en el proceso carioso; si la desmineralización persiste, es más probable que se inicie una lesión cariosa, destruyendo los tejidos duros del diente. En otras palabras, la lesión de caries es un signo clínico de la enfermedad, mas no la enfermedad como tal. (2,7,9) Las lesiones de caries se pueden clasificar según su gravedad, profundidad, estado de actividad y ubicación en el diente. (13)

DESARROLLO Y AVANCE DE LA LESIÓN

Como primera intervención en el proceso de desarrollo de caries se produce la unión del microorganismo a la estructura dental, ocasionando una colonización microbiana inicial. La segunda etapa consiste en la formación del biofilm o biopelícula debido a la acumulación de microorganismos. La tercera etapa es la conformación final de la biopelícula que permite el metabolismo bacteriano, formación de ácidos y desmineralización dando lugar a la cavitación del tejido dental. (9,14)

El proceso y desarrollo de la caries involucra la interacción de diversos desencadenantes. Los principales factores incluyen: el huésped, el sustrato y la microflora. Además, existen otros factores que pueden influir, tales como: el tiempo, la edad del paciente, el nivel socioeconómico y cultural, así como el estado general de salud. (7–9,14)

Huésped: Ciertos individuos pueden ser más susceptibles a desarrollar caries debido a diversos factores. Los factores que predisponen al riesgo de caries en el huésped incluyen el flujo salival, el proceso de erupción dental, la forma del diente y sus características físico-químicas. También se han identificado otros factores relevantes, como la edad, la genética, y aspectos externos como la situación económica, social y cultural, que afectan los hábitos individuales y la adherencia a las medidas preventivas de higiene bucal. (10,11)

La morfología y disposición de los dientes en la arcada afectan el desarrollo de caries. Dientes con anatomía oclusal compleja, como fosas y fisuras, son más propensos a acumular placa. La posición dental puede dificultar la limpieza

mecánica, aumentando el riesgo de caries en áreas difíciles de acceder. Además, los dientes temporales, con esmalte y dentina más delgados y surcos menos pronunciados, desarrollan caries más rápidamente en superficies lisas en comparación con los molares permanentes. (11)

Sustrato: Existen varios tipos de alimentos que pueden provocar un cambio ácido en el pH bucal, siendo los más importantes los hidratos de carbono, tanto polisacáridos como disacáridos. Hoy en día, ha aumentado el consumo de carbohidratos fermentables, incluyendo almidones procesados y carbohidratos sintéticos. Los hábitos de consumo de azúcar se establecen en la niñez y suelen ser difíciles de cambiar con el tiempo. (10, 11)

La exposición excesiva a estos alimentos desencadena una respuesta en los microorganismos de la biopelícula dental, quienes metabolizan los hidratos de carbono de la dieta y producen ácidos orgánicos. Estos ácidos se acumulan en la fase líquida de la biopelícula, reduciendo el pH y causando la disolución de la capa cristalina superficial del esmalte. (10,15)

Flora microbiana oral: La microflora bucal, constituye un ecosistema complejo que alberga una variedad de especies microbianas. Aunque la cavidad oral en los recién nacidos se encuentra esencialmente libre de microorganismos, estos comienzan a colonizar el entorno bucal antes de la erupción de los dientes. A medida que los dientes emergen, se forma placa dental en sus superficies expuestas, que están recubiertas por una película amorfa casi invisible compuesta principalmente por glicoproteínas presentes en la saliva. Si no se realiza una adecuada higiene oral, las superficies dentales pueden acumular grandes cantidades de microorganismos. En contraste, la descamación de las células epiteliales evita que estos microorganismos se acumulen en las superficies de la mucosa oral. (6,11)

Además, hay otros factores relacionados con los microorganismos que, de manera progresiva, contribuyen a la formación de lesiones cariosas: 1) La adhesión inicial de microorganismos cariogénicos a la película adquirida. 2) La

coagregación de estos microorganismos, que inicia la producción de ácidos mediante la degradación de sustratos, lo que lleva a la desmineralización de la superficie dental. 3). El avance de la lesión cariosa (11,15)

La destrucción inicialmente afecta al esmalte y luego se extiende a las capas más internas, como la dentina. En la fase inicial, la superficie presenta un color amarillento o blanquecino, pierde su brillo y se vuelve opaca, además de sentirse áspera al deslizar suavemente un instrumento de punta redondeada sobre ella. Por lo general esta lesión se encuentra en áreas donde hay estancamiento y un mejor alcance a la higienización, como en las entradas de surcos y fisuras, cerca del margen gingival y ligeramente más abajo del punto de contacto. Es posible que esté cubierta por un biofilm grueso. Durante esta etapa, el esmalte dental puede adquirir tonalidades blancas, marrones o negras, mostrarse brillante y sentirse duro y liso al pasar un explorador sobre él. (2,3)

CARIES EN DENTINA

El ecosistema oral es alterado cuando los microorganismos invaden los túbulos dentinarios. La dentina, debido a su mayor contenido orgánico en comparación con el esmalte, sirve como un sustrato nutritivo que favorece el crecimiento de bacterias proteolíticas. En la dentina cariada, predominan los bacilos grampositivos, que son los principales responsables del avance de la lesión. En las caries de progreso lento, inicialmente se genera un endurecimiento de los pequeños canales dentinarios (túbulos dentinarios), resultado de la estimulación de las prolongaciones odontoblásticas que producen dentina peritubular. Este proceso sella los túbulos creando una barrera que impide que la lesión avance y a su vez protege a la pulpa del resultado de la acción bacteriana. Si no se controla la enfermedad, con el tiempo la caries de dentina avanza directamente a la pulpa dental, llevando a la formación de abscesos y, en algunos casos, a manifestaciones sistémicas. (11,16,17)

DIAGNÓSTICO CLÍNICO DEL TEJIDO CARIADO

El diagnóstico clínico de caries implica la detección y evaluación de la lesión, mediante el reconocimiento por medios táctiles, visuales y radiográficos. El objetivo principal del diagnóstico es seleccionar la opción más adecuada de tratamiento para el paciente tras una evaluación exhaustiva que permita identificar la presencia y actividad de la enfermedad. (2,9,18)

Se realiza una evaluación bucal completa que incluye un examen detallado de los tejidos blandos, la biopelícula dental, y una evaluación del estado gingival, periodontal, dental y oclusal. También se llevan a cabo estudios complementarios, como análisis de laboratorio que pueden incluir un hemograma, medición de la glucemia y evaluación del flujo y el efecto buffer de la saliva. (6,12)

Esta valoración meticulosa identifica la condición histopatológica de la lesión, ayuda a determinar el nivel de riesgo del paciente y facilita la toma de decisiones clínicas. Además, actúa como una guía para generar un plan de atención y tratamiento clínico personalizado, adaptado a las necesidades específicas del paciente. (6,12)

EVALUACIÓN DEL RIESGO DE CARIES

Para determinar el riesgo de caries de un individuo se evalúan una serie de factores biológicos y ambientales, factores protectores y factores que son indicadores de la enfermedad. (2,18) La evaluación del riesgo se centra en analizar la posibilidad de variaciones en la cantidad, tamaño o actividad de las lesiones cariosas, lo cual ayuda a identificar a las personas con mayor riesgo durante un periodo determinado. Generalmente, un factor de riesgo es una causa clave en el desarrollo de la enfermedad, mientras que un indicador de riesgo está asociado de manera indirecta con ella. Es decir, los factores de riesgo son elementos biológicos, ambientales o de comportamiento identificados a través de estudios longitudinales que incrementan las posibilidades de que un individuo desarrolle la enfermedad, y su ausencia o eliminación disminuye esa probabilidad. (2)

- **Riesgo bajo:** Se considera un riesgo bajo, cuando la cantidad de factores de riesgo es nula o poco significativa, los factores protectores prevalecen y no hay indicadores de la enfermedad. (18)

- **Riesgo moderado:** No presenta factores de riesgo extremadamente altos y existe duda de tener un riesgo bajo de caries. (18)
- **Riesgo alto:** Hay uno o más indicadores de la enfermedad. Además, si el paciente presenta una enfermedad relacionada con la producción de saliva, se considera un riesgo extremadamente alto. Si los factores de riesgo son más que los protectores (a pesar de no presentar indicadores de la enfermedad) también se considera como riesgo alto. (18)

ACTIVIDAD DE LA LESIÓN

El propósito de determinar la actividad de una lesión de caries, es diferenciar una lesión de caries activa de una inactiva o detenida de acuerdo a la pérdida mineral, y así realizar una planificación de tratamiento eficaz, en la que se busca detener las lesiones activas y monitorear el avance de las lesiones de caries inactivas y superficies sanas. (2,9)

El estado de actividad de una lesión de caries se determina por las características que presenta su superficie. Factores clínicos como cambios en la textura, translucidez y color de la superficie, junto con la presencia de placa dental, áreas donde la placa se acumula y la presencia de enfermedad periodontal, indican la probabilidad de que una lesión avance o se detenga. (9,19,20)

Lesión de caries activa: En este tipo de lesión, se produce una desmineralización en un periodo de tiempo específico. La lesión continúa avanzando debido a la severidad de la invasión bacteriana, alterando significativamente los puentes de unión de las cadenas de tropocolágeno, lo que imposibilita su remineralización. Clínicamente se caracteriza por la presencia de tejido blando a la exploración, coloración amarillenta o blanquecina que visualmente tiene una apariencia húmeda. (2,6,19,20)

Lesión de caries inactiva: Una lesión de caries detenida se refiere a la pérdida de estructura mineral que ya no progresa, convirtiéndose en una cicatriz resultante de la actividad previa de la enfermedad. El tejido se encuentra parcialmente desmineralizado, afectado por toxinas y metabolitos

bacterianos pero menor cantidad de microorganismos, puede conservarse desde el punto de vista fisiológico, ya que algunos puentes permanecen intactos y es posible su remineralización. Clínicamente se presenta un tejido duro de un color marrón oscuro que parece estar seco. (2,6,19,20)

El cambio morfológico en la dentina entre los dos procesos es claramente distinguible. En casos de progresión lenta de la caries, esta puede eventualmente detenerse y convertirse en una caries inactiva. Del mismo modo, adoptar mejores hábitos de higiene bucal puede favorecer la transición de una caries activa a una caries detenida. Esto implica que, al mantener una buena higiene bucal y eliminar los factores que favorecen la actividad de las caries, es posible frenar el avance de la lesión y permitir que el diente se estabilice en un estado menos perjudicial. En resumen, la implementación de prácticas de cuidado dental adecuadas no solo puede prevenir nuevas caries sino también detener el progreso de las existentes, promoviendo la salud bucal a largo plazo. (19)

TEJIDO DENTINARIO SEGÚN SU DUREZA

La evaluación de la dureza de la dentina mediante la sonda exploradora es un método eficaz para determinar el nivel de daño producido por caries, permitiendo clasificar a la dentina en cuatro estados diferentes. (21–23)

Dentina blanda: Este tipo de dentina se deforma a la presión con la sonda exploradora, esto quiere decir que puede ser retirada manualmente con facilidad (utilizando únicamente una cucharilla), sin la necesidad de aplicar una fuerza significativa. Histopatológicamente esta dentina se encuentra necrótica y contaminada por el biofilm bacteriano, visualmente con una consistencia húmeda. (21,23,24)

Dentina correosa: Clínicamente, la dentina correosa no se deforma al ejercer presión, genera una sensación de tacto similar al cuero. Sin embargo, esta puede ser excavada con facilidad sin necesidad de ejercer demasiada fuerza.

Histopatológicamente, la dentina correosa se considera como una dentina desmineralizada. (21,23,24)

Dentina firme: Se caracteriza por ser resistente a la presión (no se deforma) y a la excavación manual con cucharilla. Para su remoción se necesita aplicar una gran fuerza y presión. Esta dentina está relacionada con la esclerosis dentinaria. (21,23,24) 21

Dentina dura: Muestra resistencia a la remoción manual, necesita de la utilización de instrumentos rotatorios. A la exploración o raspado con la sonda exploradora se puede evidenciar un sonido estridente llamado “chirrido dentinario”. Esta dentina se refiere a la dentina sana normal. (21,23,24) 21

COMPORTAMIENTO CLÍNICO DE LA DENTINA CAREADA

De acuerdo con la observación clínica de la dentina, la caries dentinaria se divide en dos capas distintas: (25,23)

a) La capa superficial, conocida como dentina infectada, muestra una descalcificación severa, está recubierta por biofilm microbiano y contiene bacterias acidúricas anaerobias facultativas. Esta capa no puede ser remineralizada fisiológicamente. (19,25) 22

b) La capa más profunda, denominada dentina afectada por caries, presenta una descalcificación moderada. Esta región, también conocida como dentina correosa, está desmineralizada y se caracteriza por una baja cantidad de microorganismos por miligramo, escasez de nutrientes y un ambiente estrictamente anaerobio. Estas condiciones dificultan la proliferación y el metabolismo de los microorganismos. (19,25) 22

Capa superficial o capa de dentina infectada

En esta capa, la estructura histológica sufre cambios significativos. Los túbulos dentinarios muestran una disposición desorganizada y están ocupados por bacterias que se reproducen en su interior. La desmineralización asociada a la

caries resulta en la pérdida de la dentina peritubular y un aumento en el diámetro de los túbulos. Las bacterias se desplazan hacia la dentina intertubular fácilmente debido a la falta de dentina en la periferia, los túbulos se fusionan y forman zonas necróticas. Las ramificaciones laterales de los túbulos dentinarios son otra forma de proliferación bacteriana. Junto a los túbulos que contienen bacterias, se encuentran túbulos vacíos con cristales granulares dispersos. Las fibras de colágeno en la dentina intertubular se observan desnaturalizadas, y expuestas ya sea parcial o completamente, ocasionando una desmineralización pronunciada. (25,23) 22

Capa profunda o de dentina afectada por caries

En esta se subdividen tres áreas, todas ellas con la particularidad de mantener la integridad de la estructura dentinaria:

Capa túrbida: En este segmento, los procesos de los odontoblastos están activos y visibles. La dentina peritubular es claramente visible, mientras que la dentina intertubular muestra signos de desmineralización, sin embargo, las fibras de colágeno mantienen su configuración natural. Estudios bioquímicos indican una disminución en los enlaces entre moléculas, pero se detecta un aumento en los precursores del colágeno. Asimismo, la desmineralización, que afecta principalmente los extremos de los cristales de hidroxiapatita, provoca que estos cristales sean más cortos. (23,25,26)

- **Zona translúcida o transparente:** En esta área, la dentina entre los túbulos se encuentra con una desmineralización parcial. Los túbulos dentinarios están compuestos por cristales de whitioquita, que son más grandes y resistentes a la acción de ácidos. Esta esclerosis tubular proporciona a la dentina un aspecto transparente o translúcido. Sin embargo, esta dentina es más blanda debido a la desmineralización de su matriz intertubular, causada por el proceso de caries. El estado de la dentina intertubular influye en gran medida en las características mecánicas de la dentina. (23,25–27)
- **Zona subtransparente:** Esta zona actúa como un puente entre la dentina en buen estado que se encuentra debajo y la zona translúcida.

Se observa una menor calcificación dentro de los túbulos y una mayor presencia de áreas de dentina no afectada. (23, 25–27)

MECANISMOS DE DEFENSA SEGÚN LA EVOLUCIÓN DE LA LESIÓN

Los mecanismos de defensa para proteger el complejo dentino pulpar se ponen en marcha ante la presencia de una lesión cariosa. En las etapas activas de caries, como respuesta inicial se da un incremento en los espacios entre odontoblastos. La dentina desmineralizada libera moléculas que estimulan e interactúan con los receptores en la membrana de los odontoblastos. Esto provoca un aumento en la actividad enzimática, facilitando la absorción de fosfato y calcio y la producción de colágeno, lo que resulta en la formación de dentina esclerótica. Esta formación de dentina esclerótica reduce la permeabilidad de la dentina. (19,28,29)

En un progreso lento de la lesión de caries, la desmineralización dentinaria produce obliteración de los pequeños canales que recorren la dentina debido a la acumulación de minerales. Las células que forman la dentina (odontoblastos), continúan vivas y secretan una sustancia orgánica que intenta mantener estos canales abiertos y conectados con la nueva dentina que se está formando. ((19,28,29)

Por otro lado, en las lesiones cariosas agudas que avanzan rápidamente, estos canales se vacían y deterioran, como si fueran pequeños túneles abandonados conocidos como “tractos muertos”. Aunque esto sucede, pueden aparecer nuevos odontoblastos que facilitan la formación de dentina reparativa, pero esta nueva dentina es más débil y tiene una estructura más desordenada. (19,28,29)

En los casos de caries muy agresivas, el esmalte, la dentina y los odontoblastos pueden ser destruidos en poco tiempo, dando lugar a un tejido de cicatrización especial conocido como fibrodentina o dentina de interfase. Al mismo tiempo que se inicia la lesión en la dentina y se compromete el tejido pulpar, se activa un mecanismo defensivo inmunitario. (19,28,29)

DENTINOGENESIS TERCIARIA

La dentina es un tejido mineralizado complejo, predominantemente compuesto por cristales de hidroxiapatita, fibras de colágeno y una red tubular llena de líquido que se extiende desde la pulpa dental hasta las zonas de unión con el esmalte o el cemento. Este tejido es producido por los odontoblastos, células especializadas que generan una matriz extracelular de fibras de colágeno y proteínas no colágenas, proporcionando una estructura para la mineralización posterior. Durante toda la vida del diente, los odontoblastos siguen formando dentina, aunque a una velocidad más lenta después de la formación inicial del tejido. Este proceso contribuye al engrosamiento de la dentina y mejora la capacidad del diente para enfrentar agresiones externas. En caso de lesión o caries dentinaria, se produce una dentinogénesis terciaria en dos formas diferentes, con el fin de proteger y preservar la integridad de la pulpa dental. (19,30)

La dentinogénesis terciaria se refiere a la producción de dentina en zonas específicas de la interfaz entre la pulpa y la dentina, como respuesta a estímulos ambientales adversos. Este proceso patológico refleja la magnitud y gravedad del daño en el complejo dentino-pulpar. La dentinogénesis terciaria abarca tanto la formación reactiva como la reparadora de dentina y se ubica principalmente en las áreas de la cavidad pulpar directamente afectadas por el estímulo dañino. (19,31) objetivo principal es recuperar la funcionalidad de la dentina, restablecer una barrera protectora para la pulpa, reducir la sensibilidad y evitar una mayor pérdida. (19,30,32)

Dentina reactiva

Cuando los odontoblastos inactivos vuelven a funcionar en respuesta a estímulos nocivos de leve a moderada intensidad, se produce dentina reactiva, que mantiene una estructura y función similares a las de la dentina normal. Esta dentina se distingue por su estructura tubular regular, lo que indica que los odontoblastos primarios han sobrevivido a la lesión y siguen formando dentina de manera ordenada. En contraste, la dentina reparadora patológica se desarrolla en respuesta a estímulos más graves, donde las células similares

a odontoblastos recién formadas generan un tejido menos estructurado y más parecido al hueso. La dentina reactiva, por lo tanto, representa una respuesta adaptativa eficaz frente a lesiones menores, y en casos de caries pequeñas que progresan lentamente, la formación de dentina terciaria es predominantemente reactiva, manteniendo un proceso de formación dentinaria regular y funcional. (19,30,31)

Dentina reparativa

En lesiones más grandes y activas, la muerte de los odontoblastos primarios lleva a la formación de dentina reparativa. Una nueva generación de células similares a odontoblastos recubre la interfaz pulpar con la dentina y secreta una matriz tubular, aunque esta dentina es menos organizada y se asemeja más al tejido óseo en términos histológicos. La necrosis local del estrato odontoblástico activa una cascada de progenitores, posiblemente células madre de la pulpa dental, que se reclutan en el sitio específico y producen dentina reparadora con una estructura atubular. En condiciones favorables del complejo dentino-pulpar, las células mesenquimatosas indiferenciadas de la pulpa se diferencian en células dentinogénicas, conocidas como dentinoblastos, neo-odontoblastos u odontoblastos secundarios. La dentina terciaria producida por estos neo-odontoblastos es la denominada dentina reparativa o neodentina. (19,30,31)

La dentina terciaria, ya sea reactiva o reparativa, muestra una considerable variabilidad estructural. Puede aparecer como una matriz tubular regular, similar en organización y apariencia a la dentina primaria. En el otro extremo, pueden desarrollarse los ya mencionados tractos muertos. También se observa una significativa deposición de dentina peritubular. Esta diversidad estructural destaca la capacidad adaptativa del complejo dentino-pulpar ante distintos grados de daño y estímulos, permitiendo una respuesta que busca restaurar la funcionalidad y proteger la pulpa dental de futuras lesiones. (19)

Ante la presencia de lesiones de avance lento, se produce dentina tanto reactiva como reparativa por la acción defensiva del tejido dentinario. La progresión de la lesión

cariosa modula la respuesta odontoblástica, resultando en diferentes tipos de dentina terciaria y reflejando los cambios en la actividad de la lesión. (19)

Cuando las condiciones del tejido dentario son desfavorables y sus defensas naturales no actúan, la lesión de caries activa progresa, manifestándose con una pulpitis reversible. Si la caries continúa sin tratamiento, eventualmente infecta la pulpa, provocando una inflamación irreversible, que inevitablemente terminará en una necrosis pulpar y sus consecuencias en los tejidos periapicales. (19,30)

MATERIALES QUE INDUCEN LA FORMACIÓN DE DENTINA REPARATIVA

Cuando se tratan cavidades profundas que comprometen el complejo dentinopulpar, a menudo se requieren procedimientos de recubrimiento pulpar, ya sean directos o indirectos, para promover la formación de dentina terciaria, que puede ser reaccionaria o reparadora. Para estos procedimientos, se emplean materiales como hidróxido de calcio (Ca(OH)_2) y cementos hidráulicos de silicato de calcio (HCSC), incluyendo el material de relleno dental a base de trióxido mineral (MTA) En el recubrimiento pulpar indirecto, estos materiales se aplican sobre la pulpa que no está expuesta, con el fin de estimular la producción de dentina reactiva por los odontoblastos presentes en el complejo dentino-pulpar. En cambio, el recubrimiento pulpar directo se realiza sobre una pulpa expuesta, donde las capas de odontoblastos están dañadas. En este caso, se busca inducir la odontogénesis reparativa mediante la diferenciación de células madre mesenquimales pulpares en odontoblastos. (33)

Según esta evidencia, ciertas propiedades son fundamentales en la regeneración de dentina reparadora. Entre ellas se destacan: pH elevado, actividad antibacteriana y liberación de iones de calcio. (33)

- **pH Alto:** Un ambiente alcalino es vital para la formación de hueso y dentina reparadora. Materiales como el hidróxido de calcio (CH) y los cementos hidráulicos de silicato de calcio (HCSC) aumentan el pH a 12-13, favoreciendo la diferenciación osteogénica. Sin embargo, la mineralización óptima se produce a un pH cercano a 7.37, y valores superiores a 8.0

pueden inhibirla. Se requiere más investigación para comprender completamente los efectos de un pH elevado en la formación de dentina reparadora in vivo. (33)

- **Actividad Antimicrobiana:** El CH posee una fuerte actividad antimicrobiana gracias a su pH elevado, que daña las bacterias y reduce la inflamación, creando un entorno propicio para la formación de dentina reparadora. No obstante, la eliminación de bacterias por sí sola no contribuye directamente a la formación de dentina, y es necesaria más investigación para confirmar si la actividad antimicrobiana es esencial para este proceso. (33)
- **Iones de Calcio:** El calcio liberado por el CH y los HCSC es crucial para la formación de matrices mineralizadas y podría desempeñar un papel activo en la formación de dentina reparadora. El calcio extracelular induce la diferenciación odontogénica de células mesenquimales dentales y participa en la señalización intracelular necesaria para la regeneración de tejidos mineralizados, de manera similar a su papel bien documentado en la formación ósea. (33,34)

REMOCIÓN DE LESIONES CARIOSAS

Para la eliminación del tejido cariado se debe tomar en cuenta los siguientes principios:

- Preservar el tejido que puede remineralizarse y que no está desmineralizado. (1,2)
- Asegurar un sellado hermético de la cavidad, colocando los bordes de la restauración sobre tejido dental sano y evitando así la infiltración de bacterias y futuras complicaciones. Esto contribuirá a minimizar el dolor y la ansiedad del paciente durante y después del tratamiento, además de influir en los resultados del mismo. (1,2,35)
- Prevenir la exposición pulpar y evitar irritaciones innecesarias mediante la preservación de tejido dentinario, incluso si esto implica dejar dentina blanda cerca de la pulpa. (1,2,35)

Las indicaciones para remover el tejido afectado por caries se aplican únicamente a aquellos dientes que requieren de una restauración. En lesiones iniciales o moderadamente profundas, la eliminación debe realizarse de forma selectiva hasta alcanzar la dentina firme. Para caries profundas que alcanzan el tercio pulpar, ya sea en dientes temporales o permanentes, se recomienda una excavación selectiva de la dentina blanda. Un abordaje por etapas (stepwise) también se considera una opción adecuada en dientes permanentes con caries profundas. (1,5,36)

Para la remoción de tejido cariado en dientes con pulpas vitales asintomáticas y lesiones cariosas profundas que radiográficamente afectan al tercio interno de la dentina cerca de la pulpa, el objetivo principal debe ser evitar la exposición pulpar. Esto permite la conservación y retención de la estructura dental a largo plazo y evita la necesidad de aplicar tratamientos endodónticos dolorosos, costosos e invasivos. (1,5, 37)

En el tratamiento de dientes permanentes jóvenes, es fundamental considerar su desarrollo radicular y las características de su cavidad pulpar. Estos dientes, no han terminado su formación radicular, presentan una cámara pulpar de gran tamaño, con abundantes células, altamente vascularizada e inervada, lo que impulsa su capacidad de remineralización. Por otro lado, los dientes con raíces completamente formadas de adultos jóvenes, pueden tener un tejido pulpar que, a pesar de aún contar con un número significativo de células, muestra menos fibras y sigue siendo altamente reparadora. (28)

Es importante enfocarse en la edad pulpar en lugar de la cronología de erupción ya que un diente recién erupcionado puede presentar signos de envejecimiento pulpar, como una disminución en el número de células y un aumento en las fibras colágenas, debido a diversas patologías que aceleran este proceso. Esta condición debe ser evaluada en relación a la morfología y dimensión de la cámara pulpar visibles en el diagnóstico radiográfico. Por lo tanto, un diagnóstico detallado y preciso es crucial para determinar el tratamiento adecuado para estas situaciones. (28)

El "**ciclo restaurador**" en odontología abarca todo el proceso necesario para tratar una caries dental. Este proceso comienza con la remoción de la caries y la apertura

cavitaria utilizando instrumental rotatorio. Luego, se incorpora un material de relleno en la cavidad, se pule el diente para darle su forma adecuada, y finalmente se ajusta la oclusión para que coincida con la mordida del paciente. Con cada restauración dental realizada, el diente entra en este ciclo, que a lo largo del tiempo puede resultar en una mayor pérdida de tejido dental sano y requerir tratamientos cada vez más invasivos. Por ello, es fundamental aplicar prácticas de Odontología de Mínima Intervención para mitigar este ciclo, especialmente en pacientes pediátricos. (12)

ELIMINACIÓN NO SELECTIVA HASTA DENTINA DURA (ELIMINACIÓN COMPLETA)

En la actualidad, el enfoque para tratar la caries debe adecuarse a los principios de odontología de mínima intervención, lo que conlleva el uso de métodos de preparación de cavidades que minimicen la invasión cuando se realiza una intervención mecánica. No obstante, para las lesiones cariosas profundas, la técnica más frecuentemente utilizada sigue siendo la excavación completa en un solo paso. (35,36,37)

La eliminación completa de caries, es una técnica de remoción que consiste en la excavación hasta la dentina dura, actualmente ya no se recomienda debido a sus significativas desventajas. Este enfoque, que remueve toda la dentina cariada hasta llegar a la dentina sana e intacta, produciendo el conocido grito o chillido dentinario, esto puede causar la exposición pulpar y debilitar las estructuras dentales circundantes. Además, esta técnica puede generar presión, calor y dolor en la pulpa, y frecuentemente requiere anestesia local. (2,4,8,9,21,36)

En la técnica convencional, se usa un instrumento rotatorio de alta velocidad para acceder a la cavidad y uno de baja velocidad para la eliminación de tejido afectado, lo que puede resultar en una sobrepreparación al eliminar también tejido sano innecesario. Aunque el objetivo tradicional de la remoción de caries era eliminar la

mayor cantidad de bacterias y dejar un piso de dentina mineralizada para la restauración, este método a menudo lleva a la exposición pulpar, especialmente en caries profundas y un mal pronóstico para la vitalidad pulpar. (2,4,8,9,21,36)

Los factores que pueden afectar el pronóstico del tejido pulpar tras utilizar la técnica de remoción completa de caries incluyen:

- La calidad de las fresas empleadas.
- La correcta esterilización del instrumental.
- El nivel de presión ejercido sobre la dentina.
- La duración del procedimiento de fresado.
- La adecuada refrigeración al utilizar turbinas de alta velocidad.
- El grosor del remanente dentinario que cubre el techo pulpar.
- La etapa de desarrollo en la que se encuentra el diente.
- El grado de envejecimiento del tejido pulpar.
- La cantidad de superficies afectadas por la caries.

ELIMINACIÓN SELECTIVA

La eliminación selectiva del tejido cariado implica seguir un criterio estricto durante el procedimiento diagnóstico y operatorio para decidir la profundidad a la que se debe remover el tejido en cada área de la lesión. Esta técnica se basa en investigaciones acerca de la patogénesis de la caries dental y el impacto que tiene el sellado periférico en la invasión bacteriana, que han mostrado que el tejido dentinario desorganizado y contaminado puede ser remineralizado. Por lo tanto, no está justificado eliminar todo el tejido dentinario únicamente para eliminar las bacterias. (21)

El objetivo principal es eliminar únicamente la capa infectada de la dentina, preservando la dentina afectada pero no infectada, para evitar la pérdida innecesaria de tejido dentario y permitir la remineralización. La remoción parcial de la dentina cariada no solo preserva tejido sano, sino que también minimiza los estímulos dolorosos para el paciente. Además, la excavación parcial de la caries resulta en menores costos a largo plazo, retención de los dientes en boca y una mayor preservación pulpar en comparación con la técnica de remoción completa, ya sea en uno o dos pasos. (4,8,36). Esta técnica se basa en criterios específicos que dependen

de la dureza de la dentina. Los principios generales para aplicar esta técnica son: (2,21,38)

- El contorno de la preparación cavitaria debe estar rodeado de tejido de esmalte sano o dentina dura para asegurar un sellado adhesivo adecuado.
- En la base de la cavidad se conserva el tejido desmineralizado, eliminando sólo lo necesario para garantizar un volumen adecuado para el material restaurador.
- En el caso de lesiones profundas que llegan hasta el tercio pulpar de la dentina en las radiografías, la remoción selectiva debe limitarse hasta dentina coriácea o blanda para evitar la exposición o irritación de la pulpa.
- La eliminación del fondo de la cavidad debe realizarse manualmente con un excavador o cucharilla afilada, ya que permiten un mayor control de la remoción en comparación con el instrumental rotatorio.

En la región del suelo pulpar, el criterio varía según la profundidad de la lesión y su cercanía a la pulpa. (2,21) Para caries iniciales o moderadas, el tejido cariado se retira hasta llegar a dentina firme. En casos de lesiones cariosas severas que radiográficamente abarcan el tercio interno dentinario, y en ausencia de signos o síntomas de exposición pulpar, es posible dejar la dentina blanda remanente en el fondo de la cavidad, cercana al techo pulpar. (1,2,9,21,39)

Puede realizarse en una o dos sesiones. En el método de una sola sesión, la cantidad de tejido cariado a eliminar se basa principalmente en la profundidad de la lesión, tras lo cual se coloca una restauración definitiva. Por otro lado, el enfoque de dos sesiones, también conocido como remoción selectiva por etapas o excavación en dos pasos (stepwise), consiste en una primera etapa de eliminación parcial del tejido cariado, seguida de una segunda sesión para completar el tratamiento y aplicar la restauración. (39,40,41)

ELIMINACIÓN SELECTIVA HASTA DENTINA BLANDA

La eliminación selectiva de caries de caries hasta llegar a dentina blanda, también conocida como remoción parcial de caries, es un método recomendado para tratar lesiones profundas que han avanzado al tercio interno próximo al techo de la cámara pulpar. Este enfoque implica la remoción del tejido cariado, mientras se deja una capa de dentina blanda sobre la pulpa para prevenir su exposición e irritación, promoviendo

así la salud pulpar. Al mismo tiempo, se prepara el margen de la preparación para garantizar el sellado efectivo y la longevidad de la restauración. Esta técnica ofrece una mayor protección pulpar en comparación con la eliminación completa de la dentina cariada o la eliminación selectiva hasta dentina firme. (1,2,21,42,43)

Se aplica hidróxido de calcio puro sobre el fondo de la cavidad, conocido como recubrimiento pulpar indirecto, debido a su capacidad para inhibir la proliferación bacteriana y activar los mecanismos de formación de dentina terciaria. Después de esta aplicación, se coloca el material restaurador. Esta técnica de remoción de caries se puede utilizar para tratar dientes con pulpitis reversible, siempre y cuando no haya síntomas ni signos de inflamación pulpar irreversible. (21, 43)

ELIMINACIÓN SELECTIVA HASTA DENTINA FIRME

La remoción parcial se lleva a cabo hasta llegar a la dentina firme o coriácea en la proximidad a la cámara pulpar de la cavidad, que se caracteriza por ser físicamente resistente a la acción de un excavador manual y tener una consistencia similar a la del cuero. En este procedimiento, se retira el tejido hasta dentina firme, eliminando así la dentina contaminada pero conservando la dentina desmineralizada. En los márgenes periféricos de la cavidad, es decir, en las paredes dentales, se mantiene la dentina dura posterior a la remoción para asegurar una adecuada base para la restauración.(1,21,40,42)

La eliminación selectiva hasta dentina firme es la técnica recomendada para el tratamiento de caries dentinarias superficiales o moderadamente profundas en dientes primarios y permanentes, aquellas que se extienden en profundidad menor al tercio o cuarto pulpar de dentina radiográficamente. No obstante, para lesiones más profundas, este enfoque podría conllevar riesgos importantes para la pulpa, por lo que es aconsejable explorar otras opciones de tratamiento. (1,21,39)

ELIMINACIÓN POR ETAPAS (STEPWISE)

La técnica de eliminación de caries en etapas, conocida como stepwise excavation, es un método conservador y mínimamente invasivo diseñado para abordar caries profundas, especialmente en dientes permanentes jóvenes y adultos. Está indicada en dientes con caries que radiográficamente presentan afección por más del 75% de

la superficie dentaria y dentina, además que muestran un área radiopaca claramente definida entre la pulpa y la lesión. Para este tratamiento se debe considerar la vitalidad pulpar, ausencia de patología periapical y la ausencia de antecedentes de dolor pulpar previo, ya sea espontáneo o inducido. Sin embargo, también puede ser una opción en casos donde se presenta un dolor provocado de leve a moderado. Este enfoque implica realizar la excavación de la caries en dos fases, separadas por un período de tiempo, con el objetivo de proteger la pulpa y facilitar una respuesta reparadora. (6,21,35,44)

En la **primera fase**, se lleva a cabo una remoción parcial del tejido cariado, dejando una capa de dentina blanda cerca de la pulpa. Esta etapa inicial tiene como objetivo reducir la carga bacteriana y crear un entorno favorable para los mecanismos de defensa dentinaria, como la formación de dentina terciaria y la esclerosis. Se aplica una base de hidróxido de calcio u otro material similar, y la cavidad se sella con una restauración provisional hermética. Este sellado es esencial para evitar la contaminación por filtración marginal y permitir la remineralización de la dentina desmineralizada. La restauración provisional generalmente se mantiene durante un período de 6 a 12 meses. (26,28,36,40)

En la **segunda fase**, tras el intervalo de tiempo recomendado, se retira la restauración provisional y se evalúa nuevamente la cavidad. En esta etapa, se completa la eliminación de la caries hasta alcanzar dentina firme, y se coloca una restauración definitiva. Esta revisión permite observar la formación de dentina terciaria y evaluar la dureza y color de la dentina, asegurando así un mínimo riesgo de exposición pulpar. (26,28,36,40)

Las ventajas biológicas y los beneficios de este enfoque son: (6,19,35,40)

- Evitar la exposición de la pulpa, ya que tal exposición en áreas cariadas puede perjudicar la capacidad de remineralización del complejo dentino-pulpar.
- Manejar el entorno de la cavidad de manera que su apertura y la eliminación del biofilm favorezcan la remineralización. Después de dos semanas de retirar el biofilm en una cavidad con caries abierta, la dentina se vuelve más

dura, oscura y menos húmeda, demostrando que el control del biofilm es importante para detener la progresión de la enfermedad.

- Mantener la salud del tejido pulpar, preservando sus funciones fisiológicas e inmunológicas.
- Reducir la cantidad de tejido dental duro eliminado, lo cual ayuda a evitar el debilitamiento del tejido dentario.
- Disminuir tanto el tiempo de tratamiento como los costos para el paciente.

Sin embargo, la técnica puede presentar algunos inconvenientes que afectan su eficacia. Requiere dos visitas, lo que aumenta los costos operativos, y también necesita un material intermedio para evitar la contaminación por filtración marginal, siendo el ionómero vítreo el más utilizado para este fin. No obstante, en la segunda cita, este material debe ser completamente retirado, lo que puede ser difícil debido a su fuerte adhesión a la dentina y al esmalte. Esta dificultad puede resultar en la remoción de tejido sano y la expansión excesiva de la restauración. Además, se debe evaluar la posibilidad de que el paciente no regrese para la segunda cita. (42)

La eficacia de la eliminación por etapas se basa en combinar dos enfoques: la remoción parcial inicial, que promueve la regeneración biológica del complejo dentino-pulpar, y la remoción completa en la segunda fase, que busca eliminar los microorganismos restantes y prevenir la progresión de la caries. Aunque la técnica ha demostrado ser efectiva en la práctica clínica se requieren más estudios a largo plazo para determinar con mayor precisión su tasa de efectividad . (19,21,39,44)

TRATAMIENTO RESTAURADOR ATRAUMÁTICO (ART)

La incomodidad y el dolor asociados con los métodos tradicionales para preparar cavidades a menudo hacen que los pacientes eviten el tratamiento dental. Estos métodos suelen precisar anestesia local para manejar el dolor, que puede ser provocado por la sensibilidad de la dentina, la presión y estimulación de los dispositivos rotatorios, así como por el ruido, la vibración y las altas temperaturas producidas durante el procedimiento.(45,46,47)

La técnica ART se ha diseñado como una alternativa menos invasiva y más accesible para el tratamiento de caries dentales, especialmente en situaciones con recursos limitados. ART se basa en dos enfoques principales: la aplicación de agentes sellantes de fosas y fisuras susceptibles a caries, y el tratamiento restaurador de lesiones cavitadas utilizando materiales adhesivos. (12,46,47,48,49)

Este método emplea técnicas manuales para eliminar el tejido cariado y desmineralizado, se emplea una cucharilla afilada de 1 o 1,5 milímetros de diámetro para eliminar la caries blanda, seguido por la restauración cavitaria con un material adhesivo, siendo el ionómero de vidrio de alta viscosidad (CIV) el material preferido. El CIV ofrece una adhesión química al esmalte y a la dentina, y libera flúor, lo que contribuye a la prevención del desarrollo de caries. Su biocompatibilidad, facilidad de uso y propiedades mecánicas superiores lo hacen ideal para ART en comparación con otros tipos de ionómero de vidrio. (12,46,47,48,49, 50)

Uno de los principales beneficios de ART es la reducción del dolor y la incomodidad en comparación con los métodos tradicionales, ya que generalmente no requiere anestesia local. Esto es especialmente ventajoso para los niños, quienes experimentan menos ansiedad y estrés con esta técnica. Además, ART no requiere equipos eléctricos o neumáticos costosos, lo que lo convierte en una opción económica y accesible. Esta técnica no solo minimiza el dolor sino que también reduce los costos operativos y de tratamiento para los pacientes. (46,48)

ART es adecuada tanto para dientes primarios como permanentes y resulta particularmente útil en comunidades con acceso limitado a servicios dentales convencionales. Su uso es recomendado para poblaciones vulnerables y en contextos educativos para gestionar las caries en grupos grandes de niños. La técnica es sencilla y solo requiere un lugar cómodo para recostar al paciente, una silla para el operador y el instrumental manual necesario. (46,48,49,50)

En comparación con los métodos tradicionales, ART es una alternativa más económica y menos invasiva, con una alta aceptación entre los pacientes debido a su menor nivel de dolor. No obstante, la efectividad de ART depende de un diagnóstico preciso y una correcta aplicación del procedimiento. La implementación de ART debe ir acompañada de estrategias de promoción, prevención y educación para el cuidado bucal, asegurando así una reducción sostenible de la caries dental., (46,48,49,50)

REMOCIÓN QUÍMICO-MECÁNICA

La combinación de sustancias químicas con instrumental rotatorio y manual para la eliminación parcial de dentina cariada se introdujo hace más de 30 años, pero ganó importancia a fines de los años 90. Productos como Papacarie y Carisolv son efectivos para disolver el tejido cariado, permitiendo su remoción suave con herramientas manuales, además de tener propiedades bactericidas que eliminan las bacterias residuales en la dentina. (4)

El método químico-mecánico, aplicable en el Tratamiento Restaurador Atraumático (TRA), utiliza agentes químicos para ablandar la dentina cariada antes de proceder con la eliminación mecánica del tejido afectado. Este enfoque es beneficioso porque reduce la presión, el dolor, la vibración y el calor durante el tratamiento, lo que lo hace más aceptable, especialmente para los niños.(50)

La eliminación selectiva de dentina cariada se puede realizar mediante técnicas tradicionales con instrumental manual y rotatorio, o mediante el uso combinado de agentes químicos. Aunque la instrumentación rotatoria es rápida y eficaz, puede resultar incómoda para los pacientes debido al ruido y la vibración. Por esta razón, es recomendable el empleo de sustancias químicas para la eliminación de caries. (4)

Papacarie, un gel que contiene papaína y cloramina, y Carisolv, compuesto por 0.5% de hipoclorito de sodio y aminoácidos, son ampliamente usados para disolver el tejido cariado en dientes. La papaína proporciona propiedades bacteriostáticas y antiinflamatorias, mientras que la cloramina actúa como bactericida y desinfectante. Por su parte, Carisolv combina hipoclorito de sodio y aminoácidos para disolver el tejido afectado, al tiempo que preserva el tejido sano. Ambos productos facilitan la eliminación eficaz de caries con la instrumentación manual. (50)

NO ELIMINACIÓN DEL TEJIDO CARIADO

Dentro de esta estrategia, se incluyen técnicas que no requieren la eliminación de tejido cariado, recomendadas para dientes primarios y permanentes con lesiones superficiales o pequeñas no cavitadas, que afectan únicamente hasta el tercio exterior del tejido dentinario. Estas técnicas comprenden la aplicación de selladores de fisuras, la técnica Hall (uso de una corona preformada de acero inoxidable para sellar la caries en dientes primarios), y el control de cavidades no restaurador, el cual modifica la forma de la cavidad para facilitar su limpieza, siendo especialmente útil para el tratamiento y control de caries radiculares. (2,21)

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Innes NPT, Frencken JE, Bjørndal L, Maltz M, Manton DJ, Ricketts D, et al. Managing Carious Lesions: Consensus Recommendations on Terminology. *Adv Dent Res.* 2016;28(2).
2. Basso ML. Conceptos actualizados en cariología. *Rev Asoc Odontol Argent.* 2019;107(1).
3. Morales-Chávez M, Nuñez M. Manejo contemporáneo y preventivo de la caries dental en pacientes pediátricos: revisión de literatura. *Acta odontol venez.* 2014;
4. Cardoso ML, Goicoechea PN, Giusiano G. Evaluación clínica y microbiológica usando tres técnicas de eliminación de tejido cariado. *Revista de Odontopediatría Latinoamericana.* 2023;13.
5. Jurassic MM, Gillespie S, Sorbara P, Clarkson J, Ramsay C, Nyongesa D, et al. Deep caries removal strategies: Findings from The National Dental Practice-Based Research Network. *Journal of the American Dental Association.* 2022;153(11).
6. Dau Villafuerte RF, Astudillo Campos P del P, Zambrano Matamoros MX, Armijos Fernández FG. Un enfoque sistemático para las técnicas de eliminación de caries profunda. *RECIMUNDO.* 2023;7(2).

7. Marilú Zhicay-Villa T, Daniela Calle-Prado M, Elizabeth Moscoso-Abad M, Soledad Encalada-Verdugo L. Remoción selectiva de tejido cariado en la dentición temporal y permanente joven. Article in Rev. Vol. 9, Rev. Cient. Univ. Odontol. Dominic. 2021. Ene-Jun. 2022.
8. Senthilkumar V, Ramesh S. Systematic review on alternative methods for caries removal in permanent teeth. Vol. 23, Journal of Conservative Dentistry. 2020.
9. MacHiulskiene V, Campus G, Carvalho JC, Dige I, Ekstrand KR, Jablonski-Momeni A, et al. Terminology of Dental Caries and Dental Caries Management: Consensus Report of a Workshop Organized by ORCA and Cariology Research Group of IADR. Vol. 54, Caries Research. S. Karger AG; 2020. p. 7–14.
10. Alvear-Córdova M. MANEJO DE LESIONES CARIOSAS CON Y SIN REMOCIÓN DE TEJIDO CARIADO. Memorias VII Congreso Internacional de Especialidades Odontológicas e Investigación: Vinculación con la Sociedad. 2021. : <https://doi.org/10.26871/Edunica.978.9942.27.144.0>
11. Othman NI, Ismail HU, Mohammad N, Ghazali N, Alauddin MS. An Evaluation on Deep Caries Removal Method and Management Performed by Undergraduate Dental Students: A Malaysia Experience. Eur J Dent. 2021;15(2).
12. Naccha Torres A, Otazú Aldana CG. Odontología de mínima intervención: minimizando el ciclo de la restauración: Revisión de la literatura. REVISTA ODONTOLOGÍA PEDIÁTRICA. 2021;20(1).
13. Machiulskiene V, Campus G, Carvalho JC, Dige I, Ekstrand KR, Jablonski-Momeni A, Maltz M, Manton DJ, Martignon S, Martinez-Mier EA, Pitts NB, Schulte AG, Splieth CH, Tenuta LMA, Ferreira Zandona A, Nyvad B. Terminology of Dental Caries and Dental Caries Management: Consensus Report of a Workshop Organized by ORCA and Cariology Research Group of IADR. Caries Res. 2020;54(1):7-14. doi: 10.1159/000503309. Epub 2019 Oct 7. PMID: 31590168.
14. Mariaud Schmidt RP, Gutiérrez Angulo M, Fuentes Lerma MG, Orozco Mateo KF. Genes asociados al proceso carioso. Revista Mexicana de Periodontología. 2021;12(1–3).

15. Riverón JDDE, Quiñonez JAP, Fuentes IHG. Caries dental y ecología bucal, aspectos importantes a considerar. Vol. 43, Revista Cubana de Estomatología. 2006.
16. Ej L, Gudiño-Fernández S. THE END OF THE COMPLETE CARIES REMOVAL IN DENTINE. A PARADIGM SHIFT. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA [Internet]. Disponible en: <http://www.rodyb.com/el-fin-de-la-remocion-completa/>
17. Montoya Mesa C, Alexander E, Henao O. COMPOSICIÓN QUÍMICA Y MICROESTRUCTURA DE LA DENTINA DE PACIENTES COLOMBIANOS. Revista Colombiana de Materiales N. 2013;5.
18. Jara-Porroa J, et al. Herramientas actuales para el diagnóstico, manejo y control de la caries dental. Rev Cient Odontol (Lima). 2019; 7 (2): 86-96
19. Castellanos-Cosano L, Martín-González J, Calvo-Monroy C, López-Frías FJ, Velasco-Ortega E, Llamas-Carreras JM, et al. Endodoncia preventiva: Protección pulpar mediante la técnica de eliminación de la caries en etapas (stepwise excavation). Av Odontoestomatol. 2011;27(5).
20. Alonso ME, Calabria Díaz H, Lorenzo I, Añaña N, Golubchin D, Vola J. Manejo clínico de la caries profunda TT - Clinical management of deep caries lesion. Odontoestomatología. 2009;11(13).
21. Crespo Gallaro, I., Herrera Martínez, M., Olesia, H., Bonilla Represa, V., Jiménez-Sánchez, M. C., Montero Mirales, P., & Segura-Egea, J. (2017). DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO DE LA LESIÓN DE CARIES SEGÚN LOS PRINCIPIOS DE OPERATORIA DENTAL MÍNIMAMENTE INVASIVA. <https://personal.us.es/segurajj/documentos/CV-Art-Sin%20JCR/2017-SCO-Caries-Isab%20Crespo.pdf>
22. Carrasco ME. Adhesion de ionomeros vítreos convencionales a distintos tipos de dentina. Revista Facultad de Odontología UNCuyo. 2011;5(1).
23. Verdugo-Paiva F, Zambrano-Achig P, Simancas-Racines D, Viteri-García A. Remoción selectiva comparado con remoción total para caries dentinarias profundas. Medwave. 2020;20(1).
24. Herrera-Martinez M, et al. Caries enfermedad versus caries lesión. Endodoncia 2016; 34 (Nº 4):204-219. <https://personal.us.es/segurajj/documentos/CV-Art-Sin%20JCR/2016-Endodoncia%20-Caries-Herrera.pdf>
25. Ceballos Garcia L. Adhesión a dentina afectada por caries y dentina esclerótica. Av Odontoestomatol. 2004;20(2).

26. Fuentes Fuentes M V. Propiedades mecánicas de la dentina humana. Av Odontoestomatol. 2004;20(2).
27. Carrillo Sánchez C. Desmineralización y remineralización. Revista ADM. 2010;67(1).
28. Garchitorena MI, Strehl A. Abordaje biológico de la caries profunda de dentina: el tratamiento por etapas. Odontoestomatología. 2010;XII(15).
29. Farges JC, Alliot-Licht B, Renard E, Ducret M, Gaudin A, Smith AJ, et al. Dental Pulp Defence and Repair Mechanisms in Dental Caries. Vol. 2015, Mediators of Inflammation. 2015.
30. Lee M, Lee YS, Shon WJ, Park JC. Physiologic dentin regeneration: its past, present, and future perspectives. Vol. 14, Frontiers in Physiology. 2023.
31. He P, Zheng L, Zhou X. IGFs in Dentin Formation and Regeneration: Progress and Remaining Challenges. Vol. 2022, Stem Cells International. 2022.
32. Martínez Macal JC, Olin Moreno I. Caracterización microscópica de la dentina de dientes temporales. Revista de la Asociación Dental Mexicana. 2021;78(6).
33. Song M, Yu B, Kim S, Hayashi M, Smith C, Sohn S, et al. Clinical and Molecular Perspectives of Reparative Dentin Formation: Lessons Learned from Pulp-Capping Materials and the Emerging Roles of Calcium. Vol. 61, Dental Clinics of North America. 2017.
34. Galler KM, Weber M, Korkmaz Y, Widbiller M, Feuerer M. Inflammatory response mechanisms of the dentine–pulp complex and the periapical tissues. Vol. 22, International Journal of Molecular Sciences. 2021.
35. Michael J, W., & Michael J, N. (2012). Endoprofilaxis» mediante la remoción de caries atraumática 2012. Quintessence (Ed. Esp.), 25(3).
36. Villat C, Attal JP, Brulat N, Decup F, Doméjean S, Dursun E, et al. One-step partial or complete caries removal and bonding with antibacterial or traditional self-etch adhesives: Study protocol for a randomized controlled trial. Trials. 2016;17(1).
37. Savolainen, N., Kvist, T., & Mannila, J. (2023). Cost-effectiveness of partial versus stepwise caries removal of deep caries lesions - a decision-analytic approach. In Acta Odontologica Scandinavica (Vol. 81, Issue 4). <https://doi.org/10.1080/00016357.2022.2143893>

38. Zanini, M., Tenenbaum, A., & Azogui-Lévy, S. (2022). La caries dental, un problema de salud pública. *EMC - Tratado de Medicina*, 26(1). [https://doi.org/10.1016/s1636-5410\(22\)46042-9](https://doi.org/10.1016/s1636-5410(22)46042-9)
39. Díaz JA, 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).
40. Hamama, H., Yiu, C., & Burrow, M. (2014). Current update of chemomechanical caries removal methods. In *Australian Dental Journal* (Vol. 59, Issue 4). <https://doi.org/10.1111/adj.12214>
41. Gözetici-Çil B, Erdem-Hepşenoğlu Y, Tekin A, Özcan M. Selective removal to soft dentine or selective removal to firm dentine for deep caries lesions in permanent posterior teeth: a randomized controlled clinical trial up to 2 years. *Clin Oral Investig*. 2023 May;27(5):2125-2137. doi: 10.1007/s00784-022-04815-0. Epub 2022 Dec 3. PMID: 36460919; PMCID: PMC9734731.
42. Lanata EJ 1 , Gudiño-Fernández S. EL FIN DE LA REMOCIÓN COMPLETA DE LA LESIÓN CARIOSA EN DENTINA. UN CAMBIO DE PARADIGMA.2020: 9(3). <https://www.rodyb.com/wp-content/uploads/2020/09/1-remocion-1.pdf>
43. Li, T., Zhai, X., Song, F., & Zhu, H. (2018). Selective versus non-selective removal for dental caries: a systematic review and meta-analysis. *Acta Odontologica Scandinavica*, 76(2). <https://doi.org/10.1080/00016357.2017.1392602>
44. Manhas, S., Pandit, I. K., Gugrani, N., & Gupta, M. (2020). Comparative evaluation of the efficacy of stepwise caries excavation vs indirect pulp capping in preserving the vitality of deep carious lesions in permanent teeth of pediatric patients: An in vivo study. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 13. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10005-1874>
45. Dorri, M., Martinez-Zapata, M. J., Walsh, T., Marinho, V. C. C., Sheiham, A., & Zaror, C. (2017). Atraumatic restorative treatment versus conventional restorative treatment for managing dental caries. In *Cochrane Database of Systematic Reviews* (Vol. 2017, Issue 12). <https://doi.org/10.1002/14651858.CD008072.pub2>
46. Fox, M., Navas, R., & Zambrano, O. (2012). Tratamiento de restauración atraumática (ART): una alternativa para el abordaje de comunidades vulnerables en estudios epidemiológicos. *Ciencia Odontológica*, 9(1).

47. Duangthip, D., Chen, K. J., Gao, S. S., Lo, E. C. M., & Chu, C. H. (2017). Managing early childhood caries with atraumatic restorative treatment and topical silver and fluoride agents. In *International Journal of Environmental Research and Public Health* (Vol. 14, Issue 10). <https://doi.org/10.3390/ijerph14101204>
48. Wakhloo, T., Reddy, S., Sharma, S., Chug, A., Dixit, A., & Thakur, K. (2021). Silver diamine fluoride versus atraumatic restorative treatment in pediatric dental caries management: A systematic review and meta-analysis. In *Journal of International Society of Preventive and Community Dentistry* (Vol. 11, Issue 4). https://doi.org/10.4103/jispcd.JISPCD_83_21
49. Duangthip, D., Chen, K. J., Gao, S. S., Lo, E. C. M., & Chu, C. H. (2017). Managing early childhood caries with atraumatic restorative treatment and topical silver and fluoride agents. In *International Journal of Environmental Research and Public Health* (Vol. 14, Issue 10). <https://doi.org/10.3390/ijerph14101204>
50. Saber, A. M., El-Housseiny, A. A., & Alamoudi, N. M. (2019). Atraumatic restorative treatment and interim therapeutic restoration: A review of the literature. In *Dentistry Journal* (Vol. 7, Issue 1). <https://doi.org/10.3390/dj7010028>