



UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY

***PREPARACIONES DENTARIAS PARCIALES EN
PIEZAS POSTERIORES PARA RESTAURACIONES
CERÁMICAS UNITARIAS LIBRES DE METAL***

Dra. Abigail Rosa Zetune

Tutor: Prof. Dr Marcel Skuras

Carrera de Especialización en Odontología Restauradora Integral

Escuela de Graduados- Facultad de Odontología

Universidad de la República

Uruguay, 2021



Facultad de Odontología
UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

SUMARIO:

RESUMEN

1) INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

2) MÉTODOS DE BÚSQUEDA

3) DESARROLLO DEL TEMA

3.1 INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS CERÁMICOS

3.2 DISEÑO DE PREPARACIONES DENTARIAS PARCIALES PARA RESTAURACIONES EN DISILICATO DE LITIO Y EN ZIRCONIA

4) PROCEDIMIENTOS DE FIJACIÓN

4.1. Adhesión en restauraciones de Disilicato de Litio

4.2. Adhesión a estructuras de Zirconio:

a- Tratamiento mecánico

b- Tratamiento químico

5) DISCUSIÓN

6) CONCLUSIONES

7) BIBLIOGRAFÍA

RESUMEN

Debido a la creciente exigencia de estética por parte de nuestros pacientes, la Odontología actual tiende a eliminar o sustituir la presencia de metales en la cavidad oral. El presente trabajo tiene por finalidad ayudar al estudiante avanzado y/o al odontólogo general a definir pautas en la resolución de los diferentes casos que se le presentan en la práctica diaria, utilizando técnicas y materiales que den respuesta a dicha exigencia estética, y con la mínima intervención dentaria.

Se realizó búsqueda bibliográfica por vía electrónica a través de los portales PubMed, Timbó y Google Scholar, con el fin de recabar información acerca de restauraciones unitarias cerámicas libres de metal. Se utilizaron filtros, entre ellos búsqueda de publicaciones con menos de 20 años, del tipo revisiones y en la especie humana. Para ello se utilizaron las siguientes palabras clave: “metal free”, “inlay/onlay”, “zirconium”, “dental bonding”, “single crowns”, “All-ceramic”, “fixed partial denture”, “inlay supported denture”, “ceramic fixed partial denture.”. En suma, se realizó búsqueda electrónica y búsqueda bibliográfica convencional de artículos, así como también capítulos de libros de autores referentes.

Discusión: Existen gran cantidad de soluciones estéticas unitarias debido al advenimiento de materiales desarrollados por diferentes firmas comerciales que pretenden ofrecer la panacea en cuanto a su aplicación en la clínica, que pueden llegar a generar confusión y, por tanto, fracasos. Se debe analizar, en cada caso clínico, el diseño de la preparación a realizar evaluando, además del componente estético, la conservación de estructura dentaria según las propiedades mecánicas del material restaurador elegido (sistema cerámico) y los agentes cementantes a utilizar (restauraciones adheridas o convencionales). Por ello surge el concepto de bio-sustitución, mediante la utilización de resinas compuestas para suplantar el tejido dentinario perdido intentando imitar sus propiedades físicas, y dando inicio a un nuevo concepto en el diseño de preparaciones para restauraciones dentarias indirectas parciales en piezas posteriores.

Conclusiones: El requisito fundamental para cualquier tipo de restauraciones es garantizar duración, buena resistencia mecánica, precisión, funcionalidad y, actualmente, alta estética. Los avances de la tecnología adhesiva, acondicionamientos y cementos hacen que nos inclinemos por restauraciones totalmente estéticas y duraderas que permitan la reconstrucción del tejido dentinario sin provocar desgastes innecesarios del remanente dentario, pudiendo incluso reforzar la estructura dentaria remanente realizando preparaciones conservadoras.

1) INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Desde el advenimiento de la Odontología adhesiva ha habido una incesante evolución de materiales y técnicas tendientes a aportar nuevas soluciones estéticas en el tratamiento de la caries y otros detrimentos de la pieza dental, tales como fracturas cuspidas. Surgieron, en dicha evolución, materiales restauradores dentocoloreados indicados para restauraciones coronarias parciales posteriores. Ellos son: Resinas Compuestas Directas Fotopolimerizables (RCD), Resinas Compuestas Indirectas (RCI) y Cerámicas.

El éxito clínico de las restauraciones realizadas con estos materiales se sustenta en:

- 1)Requerimiento estético por parte del paciente
- 2)Una preparación dentaria de máxima preservación tisular, idealmente con presencia de esmalte en todos sus márgenes, y una precisa delimitación de la misma.
- 3)Aislamiento absoluto del campo operatorio, previo a la inserción de la restauración, cuando la fijación se va a realizar de forma adhesiva.

Por su capacidad de preservar mayor estructura dentaria, la RCD es el primer material de elección para restaurar cavidades posteriores. Cuando la destrucción es extensa, y supera las indicaciones de la resina de inserción directa, se recomienda la realización de restauraciones indirectas. Durante la fase de planeamiento protésico, la selección del tipo de material restaurador es importante en el sentido de orientar la ejecución clínica de la preparación a ser realizada. Es en estos casos que se introduce un diseño de preparación mínimamente invasivo, aunque no tan conservador como con la utilización de materiales directos, que incluye detallados espesores de tallado según el material restaurador a utilizar. Finalmente, los nuevos cementos de resina, con una capacidad mejorada de unión a varios tipos de materiales, condujeron a un mejor anclaje de dichas restauraciones.

Debe de existir una responsabilidad ética, por parte del profesional, en apostar a la educación continua para mantener el conocimiento clínico actualizado (1) y así lograr llegar a un plan de tratamiento individual e ideal para cada paciente.

Los objetivos de este trabajo son:

Objetivo general:

- 1)proporcionar más datos sobre la elección del material restaurador y el protocolo clínico de la preparación cavitaria de restauraciones parciales estéticas en dientes posteriores.

Objetivos específicos:

- 1) analizar el desempeño clínico del disilicato de litio y de la zirconia en restauraciones unitarias parciales.
- 2) evaluar los mecanismos de fijación al diente tallado.
- 3) ayudar al clínico general en la elección y diseño de restauraciones estéticas indirectas parciales en el sector posterior.

2) MÉTODOS DE BÚSQUEDA

Se realizó una búsqueda electrónica a través de los portales PubMed, Timbó y Google Scholar, con el fin de recabar información acerca de preparaciones dentarias parciales libres de metal. Para ello se utilizaron las siguientes palabras clave: "inlay/onlay", "single crowns", "zirconium", "dental bonding", "metal free", "ceramic fixed partial denture". Se seleccionaron artículos publicados entre los años 2000 y 2020, con períodos de observación no menores a 3 años, que incluían estudios clínicos prospectivos, retrospectivos y estudios clínicos randomizados. Dicha búsqueda fue complementada con una búsqueda manual en donde se incluyeron más artículos. Se cargaron los artículos seleccionados en la plataforma Mendeley para eliminar duplicados y poder insertar las citas bibliográficas. En suma, se efectuó búsqueda electrónica y búsqueda bibliográfica convencional de artículos, así como también lectura de capítulos de libros de autores referentes.

3) DESARROLLO DEL TEMA

3.1 INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS CERÁMICOS

Se consideran materiales cerámicos aquellos productos de naturaleza inorgánica, formados mayoritariamente por elementos no metálicos, que se obtienen por la acción del calor, y cuya estructura final es parcial o totalmente cristalina(2).

Los sistemas cerámicos permiten combinar las diferentes cerámicas, con distintas cualidades de resistencia y estética, pudiendo obtenerse restauraciones muy resistentes y, a la vez, con un alto valor estético para resolver cualquier caso clínico que se nos presente.

Todas las cerámicas están formadas por tres materias primas fundamentales, cuya proporción varía en función de las propiedades que se quieren obtener o modificar. Estos componentes son: feldespato, cuarzo (sílice) y caolín. El feldespato representa la matriz vítrea, puede ser potásico, sódico o una combinación de ambos. De él dependen las propiedades ópticas y estéticas. La fase cristalina, constituida por el cuarzo, es la responsable de las propiedades mecánicas, y el caolín es el que permite la manipulación de la masa y le confiere opacidad a la cerámica cuando se presenta en cantidades mayores al 10%, motivo por el cual se redujo su presencia a niveles mínimos (3 a 5%)(3).

Para entender el tipo de materiales a los que hacemos referencia, se presenta una clasificación de las cerámicas basada en la microestructura de la misma(3)(4).

Se pueden dividir en 4 categorías básicas de acuerdo a la relación entre el vidrio y los cristales que contengan(5):

1- Sistemas basados en vidrio

Los sistemas basados en vidrio son las cerámicas que mejor imitan las propiedades del esmalte, pero su resistencia a la flexión es baja, por lo que tienden a utilizarse como materiales de recubrimiento de subestructuras metálicas o cerámicas(4)(5).

2- Sistemas basados en vidrio, con rellenos cristalinos (típicamente leucita)

En los sistemas basados en vidrio con rellenos cristalinos existe una amplia gama de relaciones vidrio-cristal. Los cristales se agregan mecánicamente al vidrio de las cerámicas, incluso pueden realizarse tratamientos para que los cristales crezcan dentro del vidrio posibilitando mejorar sus propiedades mecánicas, alterando el coeficiente de expansión térmica e inhibiendo la propagación de grietas. La composición del vidrio es similar a la primera categoría, la diferencia es que dentro de esa matriz se añaden o crecen cantidades variables de diferentes tipos de cristales. Los cristales que hoy se utilizan son leucita, **disilicato de litio** y fluorapatita. Centrándonos en las cerámicas de vidrio enriquecidas con cristales de disilicato de vidrio se puede afirmar que: a) con el aumento del contenido de cristal, hasta aproximadamente el 70% en volumen, se mejoraron ampliamente las propiedades mecánicas. b) a pesar del alto contenido cristalino, este material puede ser translúcido debido al índice de refracción relativamente bajo de los cristales de disilicato de litio. Es por ello que se puede utilizar para la realización de restauraciones de alto valor estético.

Estas cerámicas de vidrio enriquecidas con cristales de disilicato de litio pueden ser utilizadas con la tecnología de cera perdida/prensada por calor (IPS Empress 2 e IPS e.max Press) o con la tecnología CAD/CAM (IPS E.max CAD), ambos de la firma Ivoclar Vivadent, mediante bloques de disilicato de litio, lo que permite lograr una resistencia a la flexión de 360Mpa. Están indicados para coronas anteriores y posteriores, coronas sobre implantes, prótesis fija, inlays y onlays(6) Otras marcas comerciales, como Suprinity (Vita), se basan en cerámica de silicato de litio reforzada con dióxido de circonio (ZLS, en sus siglas en alemán). En comparación con la cerámica vítrea CAD/CAM tradicional, la ZLS contiene una proporción de dióxido de circonio aproximadamente diez veces mayor, la cual, combinada con una microestructura especialmente homogénea y de grano fino, proporciona unas excelentes propiedades mecánicas.

3- Sistemas basados en cristales, con relleno de vidrio (principalmente alúmina)

Esta categoría incluye a los sistemas basados en cristales con relleno de vidrio, principalmente alúmina. Se limitan a una serie de productos In Ceram (Vita). Consisten en un núcleo de alta resistencia que se cuece durante 10hs generando una matriz porosa, que es infiltrada luego con un material en segunda fase, logrando una estructura sumamente resistente. Ejemplos de estos sistemas son: In Ceram Alúmina (con matriz de alúmina), In Ceram Spinell con matriz de magnesio que mejora la fase cristalina y proporciona mejores propiedades ópticas, e In Ceram Zirconia, con matriz de alúmina y zirconia, es el que presenta mayor resistencia y menor translucidez(7).

4- Cerámicas policristalinas, sin contenido vítreo (alúmina y zirconia)

El desarrollo de cerámicas policristalinas de alta resistencia se produjo como resultado del aumento del material cristalino, con la subsiguiente disminución de las cantidades de fase vítrea, hasta su completa eliminación (3). Estas cerámicas se obtienen sinterizando los cristales, con lo que se obtiene un vidrio denso sin matriz intermedia. Se trata de cerámicas monofásicas que se caracterizan por tener sus átomos densamente empaquetados, lo que da como resultado un material muy resistente más difícil de procesar que las cerámicas vítreas. No obstante, gracias a la tecnología CAD/CAM, es posible fabricar con ellas subestructuras de óxido de aluminio sinterizado u óxido de circonio. En su forma pura el óxido de circonio, también llamado **zirconia**, es una cerámica policristalina sin fase vítrea que existe en varias formas. Sus propiedades mecánicas son las más altas jamás reportadas para

cualquier cerámica dental. Se trata de un material polimorfo que se presenta en 3 formas cristalinas dependiendo de la temperatura: monoclinica (de temperatura ambiente a 1170°C), tetragonal (1170 a 2370°C) y cúbica (2370 °C hasta el punto de fusión)(8). La fase tetragonal es la que presenta las mejores propiedades desde el punto de vista mecánico, principalmente buena resistencia a la fractura y altos valores de tenacidad. Debido a que esta fase es estable a altas temperaturas se requiere la utilización de estabilizantes o dopantes para poder estabilizarla y mantenerla a temperatura ambiente(9)(10)(11)(12).

Estos estabilizadores u óxidos estabilizantes son agregados en cantidades de entre 3-5% y ellos son: Cerio (CeO₂), Itrio (Y₂O₂), Alúmina (Al₂O₂), Magnesio (MgO) y Calcio (CaO). Estos óxidos mantienen la fase c y t evitando la formación de grietas producidas mediante la transformación a la fase m(9)(10)(11)(13)(14).

Otra forma de estabilizar la fase tetragonal a temperatura ambiente es disminuir el tamaño del cristal (el tamaño crítico promedio del cristal es < 0,3 um); este hecho se atribuye a la diferencia de energía superficial(9)(12)(8).

En odontología el zirconio es utilizado para la elaboración de coronas individuales, inlays y onlays, carillas, prótesis fijas, postes radiculares, brackets e implantes dentales.

3.2 DISEÑO DE PREPARACIONES DENTARIAS PARCIALES PARA RESTAURACIONES EN DISILICATO DE LITIO Y EN ZIRCONIA

Muchos artículos y estudios han investigado las ventajas y desventajas de los diversos aspectos del diseño de la preparación cavitaria, y su efecto en el éxito clínico de las incrustaciones cerámicas. Milleding et al.(15) declararon que “el efecto del diseño cavitario en la resistencia de una incrustación es un factor que probablemente esté subestimado”. Se debe dar gran importancia al diseño de la preparación para poder garantizar el éxito clínico de la restauración a largo plazo. Conservar la estructura del diente es beneficioso para la salud de los tejidos dentarios y periodontales. El uso de restauraciones adheridas, mínimamente invasivas, resulta en menos trauma y un pronóstico superior.

El diseño de una preparación dentaria para cerámica debe considerar tres puntos importantes:

- 1) evitar áreas internas de concentración de estrés mediante el redondeo de los ángulos internos.

2) proveer un grosor adecuado a la cerámica, ya que la resistencia de la cerámica es proporcional a su grosor, es por ellos que un desgaste oclusal de 2mm se considera ideal, tanto para inlays como onlays.

3) crear una inserción axial pasiva de la restauración, que está determinada por la inclinación de las paredes de la preparación(16).

Las incrustaciones dentocoloreadas adheridas están indicadas en preparaciones dentarias de clase I, II y sus variaciones, ya sean intracoronarias (inlay), con recubrimiento oclusal parcial o total (onlay/overlay). El principal requisito para su realización viene determinado principalmente por el requerimiento estético por parte del paciente, el deseo del paciente de una restauración estética hace que esta indicación sea esencialmente decisión del mismo(17), a los que se le suman los requisitos de la técnica adhesiva, para cuya ejecución hay que garantizar la ausencia total de contaminación.

El aislamiento total del campo de trabajo, mediante la colocación de un dique de goma, constituye un requerimiento indispensable para llevar a cabo correctamente la técnica adhesiva. Otro criterio de indicación ideal, sería que el perímetro de la cavidad esté limitado por esmalte de forma ininterrumpida(18)(19)(20)(21), este punto es controversial ya que la gran mayoría de las veces no hay esmalte en la totalidad del contorno cavitario, es por eso que se nombra como ideal. Es importante entonces la presencia de esmalte en el margen cavitario(22).

Otras indicaciones podrían ser: dientes en infraoclusión, pacientes con pérdida de dimensión vertical, cuando existan dificultades de retención, en algunos casos de fisuras o fracturas en piezas dentarias posteriores y en personas alérgicas a los metales(21).

La secuencia clínica para la ejecución de los inlays/onlays puede ser resumida de la siguiente manera:

- 1- El primer paso podría ser la remoción selectiva de caries, si es que existen dudas sobre la extensión o profundidad de dicho proceso carioso, ya que se podría comenzar directamente con el tallado mientras el proceso quede comprendido dentro de los límites de la preparación. En cualquiera de las dos opciones se debe realizar la remoción selectiva del proceso carioso y la protección del órgano dentino pulpar, si ésta es requerida. Bajo el nuevo consenso de remoción cariosa, la eliminación de caries en la zona del piso pulpar debería remover la dentina reblandecida infectada y prevenir la

exposición de una pulpa vital. En lesiones activas severas, donde hay riesgo de exposición pulpar, la excavación parcial de caries debería considerarse, evitando dicha exposición y tomando una conducta expectante, la que puede variar de entre 45 días y 6 meses(23). Si bien está comprobado científicamente que 0,5mm de espesor dentinario es suficiente para evitar la citotoxicidad de los adhesivos dentinarios y de vidrios ionómeros, determinar ese espesor se torna imposible, por lo que, ante de duda, siempre se opta por realizar la protección del órgano dentino-pulpar en cavidades profundas. También podría realizarse en esta primera etapa el retiro o eliminación de una restauración preexistente, ya sea por estética o por deterioro de la misma(24). Es muy importante conservar el esmalte en el borde cavo, aún si este se encuentra socavado, pudiendo ser reforzado con ionómero de vidrio o resina Flow, de manera tal de conservar ese esmalte tan valioso para el mecanismo de adhesión. Si bien muchos clínicos preconizan la utilización de resinas como base y refuerzo de la estructura dentaria(25)(26)(27), es también muy aceptado, y con gran éxito clínico a largo plazo, la utilización de ionómeros vítreos por su módulo de elasticidad, unión química a la dentina, propiedad remineralizante y su más sencilla colocación, al prescindir de la necesidad de aislación absoluta(21).

- 2- Se realiza la toma de color previo al tallado y el marcado de los contactos oclusales con papel de articular, lo que va a permitir determinar el tipo de tallado a realizarse, ya que nunca deben caer los contactos oclusales en la interfase diente-restauración, estos deben estar sobre diente sano o comprendidos en la restauración. Si los contactos cayeran en esa interfase podría generarse la ruptura o clivaje de los prismas del esmalte aumentando la probabilidad de fracaso de la restauración a corto plazo. Existen dos alternativas si estos contactos cayeran en dicha interfase, la primera sería realizar mayor desgaste de las paredes de la preparación, sacrificando gran cantidad de estructura dental sana, o, como segunda opción, propuesta por los autores Miyashita y Salazar Fonseca, se podría realizar, luego de estar definido el tallado cavitario, con una piedra diamantada redonda inclinada en relación con el eje largo del diente, una especie de bisel ancho en ese ángulo cavo superficial, de manera que los puntos de contacto oclusales queden envueltos permitiendo preservar mayor cantidad de tejido sano(28). Esto puede realizarse solamente si existe buen remanente dentario, con un ancho de pared considerable, que permita la realización de ese tallado sin debilitar

dicha pared, de forma de mantener el tallado de inlay sin la necesidad de recubrimiento cuspidé, lo que llevaría a convertir el inlay en onlay. También en esta etapa se evalúa la presencia de fisuras y/o grietas en el piso pulpar bajo las cúspides (hecho muy común al retirar amalgamas de larga data), lo que muchas veces provocan dolor al masticar, “síndrome del diente fisurado”, es en estos casos que se deben colocar onlays en estas cúspides(17). La decisión final acerca de si la pieza recibirá un inlay o un onlay se confirma luego del tallado primario de la restauración.

3- Preparación dentaria

Las características de la preparación dentaria dependen y están profundamente relacionadas a las propiedades del material restaurador, en este caso la cerámica.

Los requisitos básicos de tallado para este tipo de restauraciones adheridas son(21):

- Paredes cavitarias expulsivas con una angulación entre 10° y 12°.
- Ángulos cavitarios internos redondeados.
- No presencia de biseles.
- Ancho vestíbulo-lingual de las cajas mayor a 2mm.
- Ancho de los istmos mayor de 1,5mm.
- Altura de la caja oclusal mayor a 1mm.
- Profundidad axial de cajas proximales mayor a 1mm.
- Desgaste oclusal en altura que permita un espesor de la restauración mayor a 1,5mm.
- Sin contacto oclusal en la interfase restauración-diente.
- Esmalte en todo el borde cavo de la preparación.

Los principales factores del diseño de la preparación que influenciarían en la longevidad del complejo inlay/diente son, según Thompson(29):

- a- profundidad cavitaria
- b- ancho de la cavidad y del istmo de unión
- c- expulsividad de la preparación
- d- conformación de los ángulos internos

a- Al diseñar una preparación dental es imperativo equilibrar las competitivas consideraciones de estética; preservación de la estructura dental y el complejo periodontal, y maximizar la resistencia de la restauración. La literatura es concluyente en cuanto a los efectos de la preparación dental; debilita aún más los dientes y aumenta la probabilidad de fractura(30). Khera y col. examinaron los efectos de la profundidad de la cavidad, el ancho del istmo y el remanente de dentina en la preparación de una cavidad MOD y concluyeron que el factor más crucial en el debilitamiento de las cúspides era la profundidad de la cavidad. En estudios similares Lin y col. también concluyeron que la profundidad de la pared pulpar era el mayor determinante en la probabilidad de fractura de las cúspides y, cuanto mayor fuera dicha profundidad, mayor riesgo existiría para el diente restaurado. Tomando una serie de estudios que evalúan el papel de la profundidad de la cavidad y su relación con la restauración y la resistencia dentaria, se sugiere que una profundidad de 1,5 a 2 mm es ideal para minimizar la pérdida de tejido dentario y, a su vez, proporcionar suficiente espesor de material para asegurar una vida funcional adecuada. La cantidad de opiniones sobre la profundidad recomendada para cavidades con el fin de minimizar la incidencia de fracturas dentales es considerable. Esto necesita equilibrarse con la necesidad de retener un volumen adecuado del material de restauración para garantizar la viabilidad a largo plazo del complejo diente/restauración. A su vez, la unión mediante el cementado adhesivo de las incrustaciones a los dientes aumenta considerablemente la resistencia a la fractura del diente y de la restauración, aquí se introduce el concepto de “monobloque”. Sin embargo, grandes preparaciones pueden socavar severamente las cúspides hasta el grado que la unión adhesiva de los materiales de restauración no logra restablecer la resistencia a la fractura del diente a sus niveles originales. Por lo tanto, minimizar la profundidad y el ancho total de cualquier preparación dental a la cantidad necesaria para una adecuada retención, resistencia y forma de conveniencia, debería ser una preocupación primordial.

b- Con respecto al ancho, universalmente el consenso es mantener un ancho de cavidad tan estrecho como sea posible manteniendo una fuerza aceptable en el material restaurador; la recomendación es no extenderse más allá de 1/3 del ancho Intercuspídeo. Se debe intentar mantener el mínimo ancho requerido por las propiedades del material restaurador, 1mm según Ivoclar-Vivadent para Emax Press, sin extender el tallado en zonas donde existan socavados, estos no deben ser eliminados mediante la remoción de estructura dentaria sana ya que compromete la posibilidad del enfoque conservador. El objetivo será establecer la divergencia a nivel

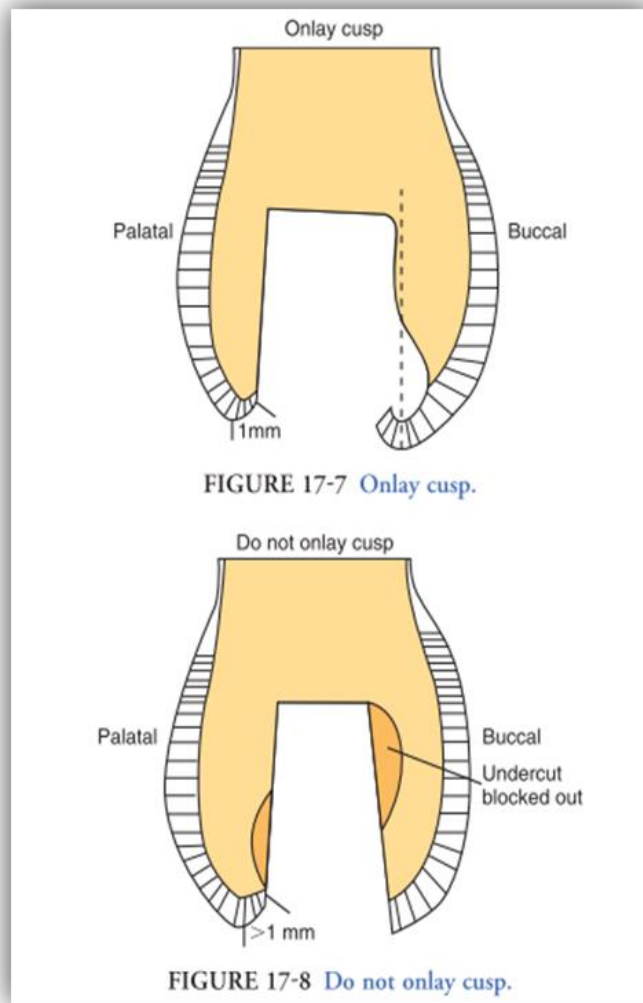


Fig 1- Cuándo recubrir una cúspide (R. Jackson 2012)

esmalte y luego bloquear todas esas zonas retentivas, pudiendo emplear resinas o ionómeros de vidrio modificado con resina para tal fin. Debido a que estas restauraciones refuerzan la estructura remanente, las pautas tradicionales de recubrimiento oclusal han sido modificadas con respecto al recubrimiento para restauraciones coladas en oro. Cuando no existe soporte de dentina directamente debajo de la punta de cúspide se recomienda la realización de un onlay, también se recomienda el tallado de onlay en la cúspide de trabajo, incluso con soporte de dentina, si el margen está a menos de 1mm de la punta de cúspide(31). El espesor necesario de ese recubrimiento, según el fabricante (Ivoclar-Vivadent), debería ser de 1,5mm. Cuando el margen está más allá de 1mm de la punta de cúspide, ésta gana en soporte de dentina aumentando la resistencia adhesiva. En la cúspide de

balance no es necesario recubrir ya que, si los dientes posteriores se encuentran desocluídos en los movimientos mandibulares laterales, no se aplica ninguna fuerza a esta cúspide. Cuando es necesario el recubrimiento en ambas cúspides, trabajo y balance, Jackson recomienda un desgaste de al menos 1,5mm en la de balance y 2 mm en la de trabajo(31).

c- Convergencia oclusal total (TOC), definida como " ángulo que se forma entre las paredes opuestas de una preparación ", es un factor importante en el diseño de la cavidad. Las cerámicas son incapaces de deformarse elásticamente al mismo grado que los tejidos dentarios por poseer un alto módulo de elasticidad; por lo tanto, es probable que se produzca acumulación de tensiones durante el procedimiento de cementado si hay alguna discrepancia de ajuste, o si el ajuste es muy íntimo. El ángulo TOC debe estar relajado para acomodar la incrustación, minimizando el esfuerzo y la acumulación de estrés(32) La opinión actual con respecto al aumento del TOC para incrustaciones cerámicas va del tradicional 5° a 7° a aproximadamente 20°.

d- Las preparaciones para cerámica deben ser suaves y no tener ángulos marcados, estos deben ser redondeados. Se pone especial énfasis en el redondeo de los ángulos de las líneas internas y un hombro a 90°, con el ángulo interno redondeado, lo que equivale a un chamfer profundo, en la línea de terminación para restauraciones cerámicas posteriores. Esta preparación es la idónea para el disilicato de litio, aunque se ha comprobado que, al cementarse con cementos de resina y técnica adhesiva, es posible realizar preparaciones marginales menos agresivas como un chamfer. Es la punta de la piedra de diamante quien va a definir morfológicamente el margen de la preparación, es la línea de acabado de la preparación. La buena adaptación de la restauración a esta línea nos dará la supervivencia de la labor en el entorno biológico de la boca, y su configuración dará la forma y grosor que tendrá el material en el margen de la restauración(33). Las superficies de apoyo lisas y los contornos suavemente redondeados reducen el grado de tracción y fuerzas de flexión. Los ángulos agudos y las cúspides preparadas con filo de cuchillo tienden a concentrar las tensiones(32), lo que aumentaría la incidencia de fracturas dentales.

De la revisión bibliográfica de Thompson y col. (2010) acerca del diseño de la preparación cavitaria se concluye que se debe lograr un equilibrio entre la preservación de la estructura dentaria y la resistencia del material restaurador(29).

Sin embargo, debe tenerse en cuenta que, clínicamente, las preparaciones tienden a ser más amplias y, a menudo, más profundas que lo recomendado, y que la presencia de caries y restauraciones preexistentes dictarán preparaciones mucho más grandes de lo ideal. Por lo tanto, las anteriores recomendaciones son una guía que van a requerir modificaciones en el entorno clínico.

Un problema de las preparaciones para inlays extensos es el riesgo de fractura del tejido duro dentario cuando el grosor de la cúspide residual es insuficiente, a pesar del efecto estabilizador de la unión adhesiva. Esto se traduce en la formación de grietas en el tejido dentario que son observadas justo después del cementado de la restauración, o cuando ésta se somete a carga. En los ensayos in vitro se formaron más grietas en los tejidos duros dentarios después de reducir el grosor de la pared remanente a menos de 2mm, y de haber prescindido de un recubrimiento oclusal total(34). Entre las causas barajadas se encuentran las fuerzas de contracción de polimerización, asociadas al cementado adhesivo. Aunque la cantidad de composite expuesta a la contracción en la polimerización es reducida, no se puede contraer libremente (factor C elevado), lo que aumenta la tensión de contracción pudiendo generar grietas en el tejido dentario(35)(36).

Otro factor importante para considerar es la presencia de esmalte en todo el borde cavo, esmalte que debe ser cuidado minuciosamente al realizar el tallado. Puede suceder que a nivel del piso de la caja proximal quede poco o nada de esmalte, siempre se debe tratar de mantener, aunque sea un mínimo de éste, para poder garantizar la longevidad de la restauración confiando en la realización de un meticuloso procedimiento de fijación adhesiva.

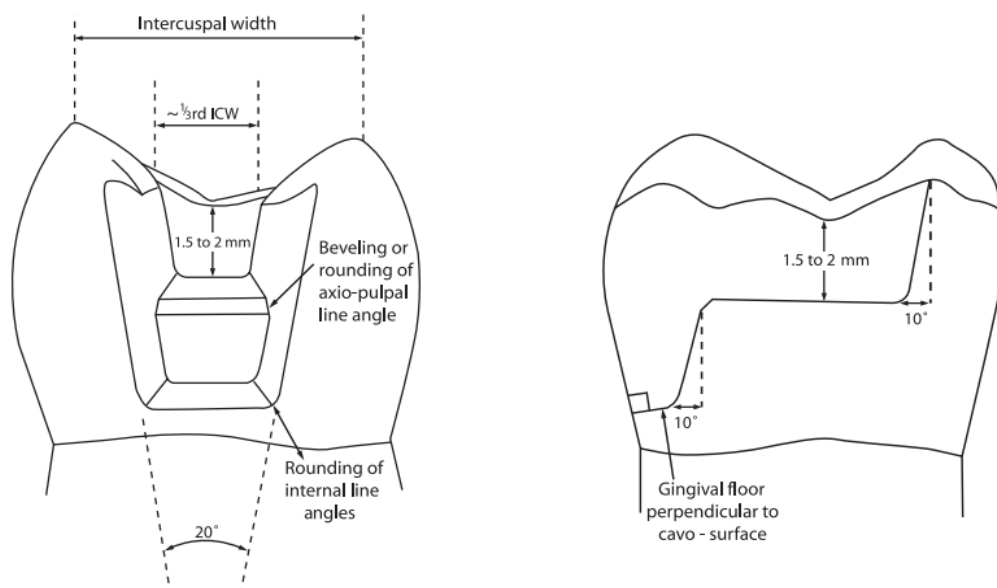


Figura 2. Preparación ideal para inlay cerámico (Thompson 2010)

Dietschi y Spreafico, introdujeron un primer protocolo de tratamiento en 1997, con varios problemas sin resolver que, luego de un escepticismo inicial, impulsó mucha investigación, lo que llevó a cabo numerosos estudios para poder obtener la verificación y pulido de un nuevo protocolo. El nuevo enfoque de tratamiento abarca varios conceptos que abordan satisfactoriamente los problemas clínicos que se les presentaban, como ser: conservación de tejido, toma de impresión, cementado adhesivo en zonas proximales profundas. Proponen un nuevo protocolo con 4 procedimientos que subsanarían las fallas existentes en el protocolo clásico(25), ellos son:

- a- unión dual o sellado inmediato de la dentina: la idea de este procedimiento es sellar la superficie dentinaria con un sistema adhesivo, mientras la cavidad se encuentra aislada, previniendo la deshidratación del tejido y la contaminación dentinaria. Provee también protección contra la sensibilidad en la fase de restauración temporaria y aumenta la fuerza de unión y estabilidad en la interfase adhesiva. Este procedimiento fue renombrado como IDS (Immediate Dentin Sealing) por Magne y col(36) en 2014 y sigue siendo objeto de estudio en trabajos y revisiones bibliográficas al día de hoy(37).
- b- optimización en el diseño de cavidades, este procedimiento va de la mano del sellado de la dentina, se aplica un recubrimiento de composite altamente fluido, de manera de conferirle a la cavidad una forma geométrica ideal, rellenando socavados y zonas retentivas, logrando así paredes y pisos redondeados.
- c- reubicación del margen gingival, también introducido por Dietschi y Spreafico y renombrado como DME (Deep Margin Elevation) por Magne y Spreafico. Este procedimiento es considerado en los casos de preparaciones proximales profundas (intrasulculares) que complican la toma de impresión y el aislamiento absoluto para el cementado. ¿Cómo se realiza el levantamiento de ese margen subgingival? Una técnica propone la aplicación de resina compuesta en las partes más profundas de la zona proximal, de manera de reposicionar el margen cervical supragingivalmente, lo que facilitaría el aislamiento, la toma de impresión y el cementado adhesivo o fijación de las restauraciones indirectas. El principal problema es que no hay esmalte en los márgenes cervicales profundos, dejando solo dentina o cemento como sustrato principal para la adhesión, por lo que ese sellado no puede ser considerado a lo largo del tiempo como predecible y seguro. Sin duda que esta técnica debe de ser realizada indefectiblemente con aislación absoluta y

mediante el posicionamiento de una matriz, ya que el realizarlo sin aislación podría amenazar la calidad de la adhesión, sobretodo teniendo en cuenta el hecho de que la adhesión a dentina no es tan fuerte y duradera como la adhesión a esmalte(25)(38). Cuando esa aislación absoluta no es factible de realizar, se propone en la mayoría de los casos, la realización de una cirugía periodontal de aumento de corona clínica para exponer ese margen y facilitar los procedimientos clínicos. Sin embargo, en algunas situaciones clínicas, se mantiene la duda en cuanto a la efectividad de la adhesión en esa zona carente de Esmalte. Es posible, en estos casos, utilizar la técnica de doble block, donde un primer block metálico en oro va cementado convencionalmente en esa zona subgingival, seguido de la fijación de un block estético supragingival sobre el mismo. La asociación de estos dos materiales trajo un nuevo concepto en la Odontología, es la utilización de restauraciones llamadas Bioestéticas, asociando las características biológicas de cementado convencional y del oro, a las características estéticas de la cerámica(28).

- d- el cuarto concepto, cementado adhesivo controlado (CAC), se refiere al uso de un cemento fotopolimerizable de alta carga para asegurar un óptimo tiempo de trabajo. Los resultados de estudios de investigación acerca de la posibilidad de llevar luz suficiente al espacio de cementado para óptima conversión del composite, manteniendo sus propiedades mecánicas, han mostrado que cuando la luz es adecuada la polimerización es factible, y, en algunas condiciones es superior a la que se puede alcanzar en ausencia de luz con un material de curado dual. De hecho, una adecuada propagación de luz en la interfase del cementado es altamente recomendada en ambos tipos de composites (foto o curado dual).

Según los autores antes mencionados, este protocolo ayudaría al práctico a eliminar la mayoría de las dificultades relacionadas a la preparación cavitaria, aislamiento, toma de impresión y cementado. La piedra angular estaría en la colocación de una base o liner adhesiva previa a la toma de impresión, proporcionando la relocalización de márgenes profundos, cuando se necesita, y conduciendo a mejores resultados, más conservadores y predecibles.

Investigaciones clínicas aún más actuales, como la llevada a cabo por Marco Veneziani en 2017(39), aluden a un nuevo diseño en la preparación dentaria para restauraciones adheridas posteriores, utilizando una técnica de preparación dentaria impulsada por la morfología dentaria: "Morphology Driven Preparation Technique"

(MDPT). El nuevo concepto cavitario consiste en planos inclinados continuos de las paredes axiales, con terminación en chamfer, o biseles cóncavos, en los márgenes cuando los mismos se encuentran coronalmente a la línea del ecuador del diente; si esos márgenes están por debajo del ecuador, una terminación de 1,2mm “butt-joint” es realizada en la caja proximal y paredes axiales. La sugerencia del autor es evitar terminaciones en hombro alrededor de las cúspides ya que son menos conservadoras, y muchas veces el clínico, de acuerdo con su experiencia, va a determinar la altura de esa terminación ya que no está predeterminada. A su vez el tallado de hombro sería incompatible con procedimientos adhesivos al involucrar exposición de dentina innecesaria.

Las ventajas de esta nueva preparación anatómica son:

- mejora la calidad de la adhesión al optimizar el corte de los prismas del esmalte y aumentando la superficie de esmalte disponible para la adhesión, la unión a esmalte seccionado oblicuamente da como resultado una fuerza de unión significativamente mayor que con el esmalte cortado horizontalmente. Este esmalte seccionado oblicuamente estará completamente apoyado en dentina, y las tensiones se reubicarán de forma centrípeta en el interior del diente, no en el exterior, por lo que la restauración se beneficiará del soporte más estable en las áreas donde la tensión excéntrica es máxima.
- minimiza la exposición de dentina.
- maximiza la preservación de tejido duro (la cavidad se reconstruye con resinas compuestas dándole el diseño necesario para recibir la restauración manteniendo el remanente dentario).
- optimiza la integridad estética debido al diseño en plano inclinado, lo que permite un área de transición menos notoria entre diente y restauración.

Estos principios cavitarios pueden ser usados para todas las restauraciones adheridas, tanto las clásicas (inlay, onlay), como para los nuevos conceptos de formas cavitarias descritos por Veneziani, así como también por autores como Ferraris o Politano(40)(22)(41).

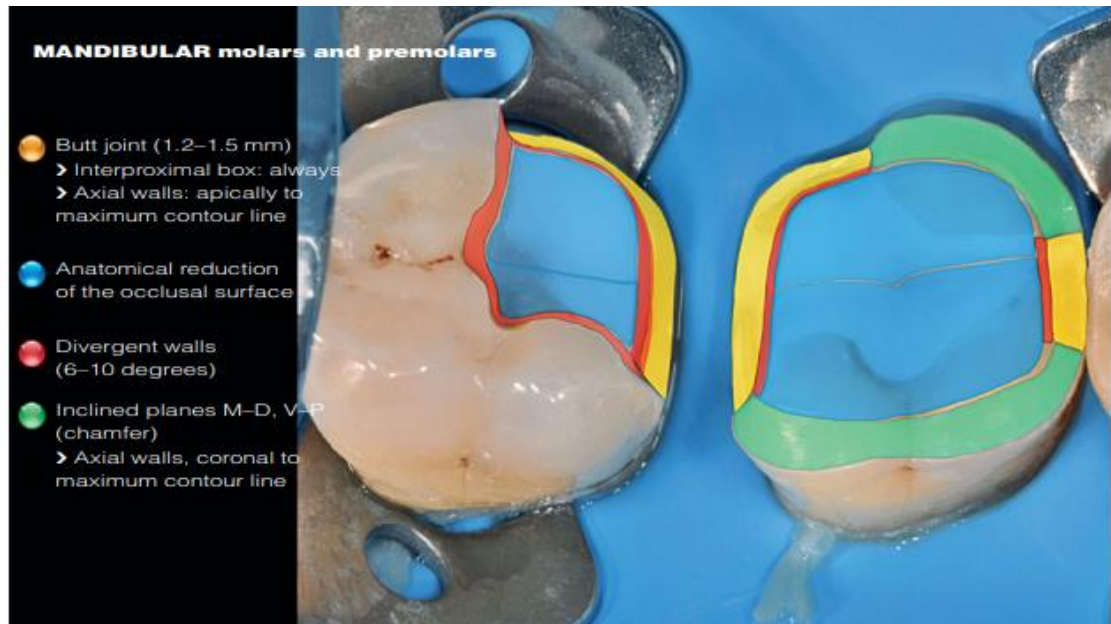


Figura 3. Esquema de tallado para molares y premolares (Veneziani 2017)

Las nuevas indicaciones para restauraciones cementadas adhesivamente podrían resumirse a:

- Cavidades de clase II anchas que involucren cobertura cuspeada (una o más).
- Restauraciones de grandes superficies comprometidas por el uso y/o biocorrosión.

Estas indicaciones estarían reforzadas por algunos cofactores. incluyendo la presencia de esmalte cervical en pequeña cantidad, o aún en ausencia, la concavidad cervical, la necesidad de restaurar múltiples piezas con la modificación de toda la oclusión y la necesidad de reestablecer la dimensión vertical.

La ventaja de estas restauraciones consiste en crear anatomías ideales de las superficies oclusales con excelente control de puntos de contacto y perfiles de emergencia. Al ser estas restauraciones indicadas en cavidades con gran pérdida de tejido, el espesor de las paredes remanentes influenciaría en la decisión de mantener o no dichas paredes, la reducción de las paredes debilitadas se realiza previo al agregado de resina para realizar una mejor evaluación del espesor real de la misma.

Esa reducción oclusal depende de 4 factores:

- espesor mínimo necesario del material restaurador, en el caso de disilicato de litio de al menos 1,5mm.
- cantidad de esmalte que no está soportado por dentina subyacente, la pared debería ser reducida hasta que haya suficiente dentina soportando al esmalte.

- espesor de esmalte remanente, éste por sí mismo no determina la resistencia, debe de considerarse el espesor de ambos, esmalte y dentina.
- la importancia de la tensión funcional durante la masticación

Es luego de esa reducción oclusal que se reconstruye con resina la forma cavitaria correcta, realizando primero el sellado inmediato de la dentina, llenando undercuts y zonas retentivas (producidas durante la remoción cariosa) y dándole forma y espesor suficiente a esa reconstrucción de manera de asegurar un óptimo espesor del material restaurador.

Otra ventaja sería el poder cementar sin anestesia, ya que la dentina ya fue hibridada y cubierta con una capa previa de composite. Se utiliza para este build up una resina híbrida con minipartículas altamente reforzadas y, en los casos que el espacio interoclusal sea escaso, se cubre mínimamente con una capa de resina Flow.

Otro de los materiales estéticos que ha tenido una evolución vertiginosa en la última década ha sido el óxido de zirconio (zirconia). La característica que lo diferencia del resto de los sistemas cerámicos integrales es su alta resistencia a la fractura, por lo que está indicado en zonas donde las fuerzas de la masticación son elevadas, como lo es el sector posterior.

La zirconia como material no está indicada para la realización de preparaciones dentarias parciales, es por ello que la bibliografía sobre este tema es escasa o más bien nula. Sí se la utiliza para realización de coronas, tanto individuales o como pilares de puentes fijos, pudiéndose indicar también el tallado de los pilares como restauraciones parciales en zirconia, en puentes de 3 piezas principalmente(42)(43)(44)(45).

Existen situaciones donde se la podría utilizar en una restauración unitaria parcial, una de ellas es cuando se quiere realizar una restauración estética del tipo incrustación, pero existe un margen yuxta o subgingival, lo que llevaría a un cementado convencional. A veces esto es factible de solucionar realizando el levantamiento de ese margen subgingival, lo que daría la opción de aislar y poder realizar una fijación adhesiva.

También se podrían indicar estas restauraciones parciales en zirconia en el recambio de incrustaciones metálicas, donde ya existe slice, tallado subgingivalmente, y la restauración en zirconia admitiría una terminación en chamfer fino (modificación de ese slice preexistente) y su posterior cementado convencional.

En los casos donde se opte por la realización de la incrustación en zirconia, al comportarse la misma como un metal, el diseño cavitario se ajustaría al de las

preparaciones para incrustaciones metálicas. Podría tallarse slice, con un cierto volumen para evitar la terminación en filo de cuchillo, retenciones adicionales grandes, para que permitan ser leídas por el scanner y, siempre, un recubrimiento oclusal donde los espesores podrían oscilar entre 0,6 y 1mm. Se podría establecer un espesor mínimo necesario de 0,4mm(46), sin embargo, se vio que aumentar el espesor a un mínimo de 0,7mm mejora sus propiedades mecánicas(47)(48). La terminación del borde cavo siempre debe de ser del tipo chamfer, ya que un filo de cuchillo puede ser leído por el scanner, pero no bien reproducido durante la técnica de fresado, dichas técnicas de fresado tienen por defecto un sistema de protección que va a llevar a realizar un fresado con un espesor mayor al real dando por defecto un sobrecontorneo en la restauración al ser colocada en boca.

Al ser restauraciones opacas permitirían enmascarar la oscuridad del remanente dentario, en el caso de dientes depulpados con cambio de coloración, o vitales que hayan tenido restauraciones metálicas preexistentes o amalgama dental.

En este momento se están utilizando zirconias de nueva generación (Prettau 4 de Zirkozahn), que son más translúcidas por tener un componente vítreo agregado, lo que permite la realización de cementado adhesivo, no comparable a los niveles de adhesión conseguidos con el disilicato de Litio. A su vez disminuyen la resistencia, pero mantiene buenos valores de 700mPa. Es esta la zirconia de elección para las restauraciones parciales por ser estética, tener menor costo de realización ya que el fresado se hace en seco, previo al sinterizado, y, al ser menos duro, se utilizan fresas de tungsteno, y permiten el cementado adhesivo. A su vez viene en bloques que rinden aproximadamente 20 restauraciones, comparado con el disilicato que viene en pastillas y se utiliza una pastilla por pieza, y donde el fresado se realiza con agua y fresas especiales que se desgastan muchísimo al tener la pastilla de disilicato ya su dureza final. (<https://zirkozahn.com/es/zirconia-prettau/prettau-anterior>).

Se vuelve a aseverar que no hay literatura que describa y avale tal uso en restauraciones parciales individuales, y sí en restauraciones parciales como pilares de Prótesis Fija (43)(44)(45). Un estudio clínico a 5 años, en el que utilizaron retenedores parciales en zirconia en 30 pacientes con 30 puentes fijos de 3 piezas, cementados adhesivamente, mostró una tasa de supervivencia de la zirconia del 100%. Las complicaciones biológicas se demostraron como caries secundaria en 2 casos y no se informó pérdida de vitalidad para ninguno de los dientes pilares involucrados. La complicación más común fue el astillamiento de la cerámica de revestimiento en el área del pónico. Dentro de las limitaciones de este estudio clínico, el resultado clínico de 5 años de puente fijo con retenedores parciales en zirconia es alentador, sin embargo deben realizarse otros ensayos clínicos controlados

aleatorizados a largo plazo para establecer una guía clínica y técnica antes de que puedan ser recomendados para indicaciones clínicas generales sin restricciones(49).

4) PROCEDIMIENTOS DE FIJACIÓN

4.1. Adhesión en restauraciones de Disilicato de Litio

A partir de la década del 50, Buonocuore dio el paso inicial para la revolución de los materiales y técnicas adhesivas del esmalte, las cuales rápidamente se extendieron para la dentina y, en los años 80, los primeros sistemas adhesivos ya intentaban fortalecer el efecto de adhesión a la superficie dentinaria. Hoy la adhesión a esmalte y dentina ha mejorado sustancialmente, en virtud de la evolución científica y técnica de los adhesivos y medios cementantes.

Actualmente, los cementos de ionómero de vidrio (CIV) y los agentes resinosos de unión son de primera elección para la fijación de restauraciones cerámicas a la estructura dental remanente.

Teniendo en cuenta la reactividad química a los ácidos, las cerámicas pueden ser: ácido-sensibles o ácido-resistentes. Dentro de las cerámicas ácido-sensibles se encuentra el disilicato de litio. Estas cerámicas son rápidamente acondicionadas creando superficies micro mecánicamente retentivas y son adheridas con una resina de fijación. Dentro de las cerámicas ácido-resistentes se encuentran todos los tipos de zirconia. Éstas no exhiben gran degradación superficial por el acondicionamiento, impidiendo una confiable unión micromecánica a la resina. El ionómero de vidrio y el ionómero de vidrio modificado con resina son usados con frecuencia para cementar cerámicas ácido-resistentes.

En cuanto a las cerámicas ácido-sensibles, como el disilicato de litio, se debe lograr una fijación adhesiva haciendo una integración subestructural de los sustratos. Se da una articulación adhesiva entre la estructura dentaria sana, la resina de fijación y el material restaurador. La técnica es muy sensible, ya que existen 3 interfaces a controlar. La unión adecuada a la estructura dental es un factor crucial para lograr una resistencia óptima de la restauración.

La fijación adhesiva, por medio de resinas de fijación, no solo provee una unión más fuerte, sino que puede aumentar la resistencia a la fractura de la pieza restaurada y de la restauración cerámica. Para asegurar una unión adhesiva a largo plazo entre la restauración cerámica y la estructura dental, el acondicionamiento de la superficie cerámica es necesario(21)(24)(50).

El éxito clínico de una restauración se asocia fuertemente a la calidad y duración de la interfase cerámica-cemento resinosa. Para que exista una adecuada unión entre estos materiales de distinta naturaleza se emplean tratamientos de superficie para lograr una buena retención mecánica o interacción química.

Por lo tanto, los protocolos de acondicionamiento de las superficies para retención micromecánica y química deben ser respetados.

El protocolo de acondicionamiento es seleccionado en base a la composición química de la restauración cerámica. Para el disilicato de Litio se recomienda el grabado con ácido fluorhídrico al 5-10% durante 20 segundos(13). El ácido fluorhídrico disuelve la matriz vítrea presente entre los cristales de la cerámica y, dependiendo del contenido de cristales de cada cerámica, se van a requerir diferentes concentraciones de ácido y diferentes tiempos de grabado. Más cristales significa menos vidrio, eso lleva a utilizar menor concentración y menor tiempo de grabado ácido requerido al aumentar la cantidad de cristales. Es por ello que, para una cerámica feldespática (sistema basado en vidrio) recomiendan utilizar el ácido HF en concentración al 9% y durante 2 minutos, y para el disilicato de Litio (sistema basado en vidrio, pero con un alto contenido en cristales) esa concentración disminuye y el tiempo de exposición al ácido debe de ser drásticamente menor(51). Posteriormente, la restauración debe enjuagarse abundantemente con agua. Se debe de tener mucho cuidado con los ácidos residuales remanentes del grabado ácido, sales y cristales precipitados que permanecen en la superficie grabada luego del lavado con agua, se ve como una capa blanca (White layer) que los mismos autores sugieren remover en un baño ultrasónico con alcohol, acetona o agua destilada durante 5 minutos para mejorar la adhesión. En este momento se está en presencia de una superficie rugosa y humectable, con cristales expuestos (con sílica) para promover enlaces micromecánicos y químicos con la ayuda de un agente de unión o silano. Este silano provee microretención mecánica a la superficie cerámica grabada y unión química a la sílica expuesta en los cristales de la superficie de la cerámica, y, a su vez, copolimeriza con la matriz orgánica del cemento de composite. Se aplica el silano en la superficie cerámica, pueden aplicarse varias capas, se deja evaporar por 5 minutos y se seca(50). Ha sido demostrado en varios estudios que la aplicación del silano mejora la fuerza adhesiva, y podría ser un factor crucial para la longevidad de la unión adhesiva(52)(53). Recientemente, se ha demostrado que el uso del silano combinado a un monómero (10 MDP), creando un ambiente ácido, mejora más aún la fuerza de unión adhesiva entre el cemento resinosa y la restauración de disilicato de litio(54). El acondicionamiento dentario depende del tipo de resina de fijación a utilizar, que puede ser: un cemento autoadhesivo o un cemento que requiera un

acondicionamiento previo. Si se utiliza un cemento no autoadhesivo, se debe de realizar el grabado del esmalte con ácido fosfórico al 37% durante 15 segundos, después del lavado, y de la remoción de la humedad excesiva, se aplica el adhesivo frotándolo. Se retiran los excesos con la jeringa de aire, es importante que se remueva cuidadosamente el exceso de adhesivo, especialmente en los ángulos internos de la preparación ya que se realizará la fotoactivación previo a la inserción de la restauración(50), y se fotopolimeriza. Una vez preparada la superficie cerámica y dentaria, se debe aplicar el cemento dual en la restauración primero y en la cavidad, de ser necesario, se lleva a posición y se mantiene firme para proceder a la eliminación de excesos. Puede realizarse un fotocurado breve para facilitar la remoción de excedentes de cemento y luego sí proceder al curado final. En caso de que corresponda, fotopolimerizar (40 segundos por lado). Por último, realizar el control oclusal post-cementado y pulido de las zonas que tuvieron alteraciones. Es muy importante para todo procedimiento adhesivo tener preparaciones supragingivales en el momento del cementado y un campo operatorio seco (aislación absoluta).

En una revisión sistemática de la literatura, desde el 2005 a noviembre de 2016, se llegó a concluir que el ácido fluorhídrico y el silano continúan siendo el método con los valores de adhesión más altos y confiables de la literatura(55). Otro estudio acerca del efecto del cementado adhesivo en la resistencia a la fractura mostró que el protocolo adhesivo logró incrementar en un 26% dicha resistencia cuando se trata de restauraciones de disilicato de litio(56).

4.2. Adhesión a estructuras de Zirconia:

El cementado adhesivo con resina ha sido durante mucho tiempo el gold standard para la retención y el refuerzo de Cerámicas a Base de Sílice, de baja a mediana resistencia, pero se requieren múltiples etapas de tratamiento en las superficies de unión, aumentando la complejidad y la sensibilidad de la técnica en comparación con el cementado convencional. Los protocolos de adhesión para restauraciones de alta resistencia, como lo son la alúmina y la zirconia, han sido investigados por más de dos décadas, y los mismos difieren de los establecidos para las cerámicas a base de sílice. Hay coincidencia en que la zirconia, al no tener casi fase vítrea en su estructura, es parcialmente inerte y muy difícil de acondicionar. Los grabados ácidos que se utilizan para preparar la superficie cementante de las restauraciones de CBS no tienen efecto sobre las cerámicas de alta resistencia, por lo cual es necesario

realizar un pretratamiento mecánico sobre su superficie. El éxito del cementado adhesivo se basa en la selección adecuada de los materiales y el tratamiento adecuado de las superficies de unión de los dientes y la restauración. Los estudios in vitro y las revisiones sistemáticas coinciden plenamente en que es necesario un pretratamiento químico y micromecánico combinado para que los enlaces de resina sean duraderos a largo plazo(57)(58)(59)(60).

Los intentos por lograr adhesión a la zirconia por distintas vías son múltiples y se dividen en 2 tipos de tratamientos de superficie: mecánicos y químicos, aunque muchos autores proponen combinación de ambos.

a- *tratamientos mecánicos:*

Una vez que se limpia la restauración debe realizarse un tratamiento mecánico en la superficie cementante de manera de mejorar la unión de los cementos resinosos a la restauración.

Según los artículos revisados, el método mecánico que se acepta como más efectivo en la actualidad es el arenado, que se basa en la creación de irregularidades en la superficie que aumentan el área de contacto con el cemento, se recomienda realizarlo con partículas de óxido de aluminio (Al_2O_3) de 50 a 60UM a una presión que no supere los 2 bar (61)(62)(63).

No es necesario un mayor tamaño de partícula o presión, ya que se ha observado, a lo largo del tiempo, que esto puede llegar a afectar la resistencia flexural de la zirconia al provocar un cambio de la fase tetragonal a una monoclinica, además de generar microgrietas y fisuras en su estructura, que podrían llevar a la fractura de la restauración una vez que la misma se encuentre en función. El efecto general del pretratamiento con Al_2O_3 parece ser más importante que la rugosidad superficial real alcanzada, especialmente por su capacidad de descontaminar de manera efectiva las superficies que van a ser adheridas (64), ya que el requisito previa principal para una adhesión efectiva de materiales poliméricos a cualquier sustancia, es lograr previamente una superficie limpia libre de contaminantes. Otra técnica recomendada para preparar la superficie cementante, es el arenado con partículas de óxido de aluminio recubiertas en sílice de 50 UM combinado con la aplicación de silano(65). Esto es llamado método triboquímico, en el cual el trióxido de aluminio se modifica con sílice, la presión del arenado incrusta la alúmina recubierta de sílice en las superficies de la zirconia, de forma que se adhiera químicamente al cemento de resina con la ayuda de un agente de unión(66). Al existir evidencias en la literatura que demuestran que no hay diferencias significativas entre ambas técnicas en cuanto

resistencia al cizallamiento, se opta por el arenado con partículas de (Al_2O_3) ya que es más económico y accesible (59).

Una vez realizado el tratamiento de superficie, Kern (67) recomienda la limpieza de la restauración en alcohol isopropílico al 99% con ultrasonido. Este paso no debe realizarse si optamos por el arenado con partículas de óxido de aluminio recubiertas en sílice, ya que se eliminaría la capa de sílice impregnada sobre la superficie de la zirconia.

b- tratamientos químicos:

La alta cristalinidad de la zirconia, con una fase vítrea menor a 1%, y un bajo contenido de dióxido de silicio, la hace prácticamente impermeable al tratamiento tradicional de grabado ácido utilizando el ácido fluorhídrico. Se está probando la eficacia clínica en la aplicación de un primer de cerámica especial, que contiene adhesivos especiales de monómero fosfatado, sobre las superficies de unión de la zirconia. El monómero MDP (metacrilocidexil dihidrógeno fosfato), que también es utilizado en algunos cementos de resina y adhesivos dentinarios, ha demostrado ser efectivo en la adhesión a zirconia(13). Puede generar confusión el hecho de que, en alguno de estos primers especiales para zirconia, también encontremos silano, lo cual hace que sean universalmente aplicables a diversos materiales, incluyendo cerámicas en base a sílice. Este silano no tiene un efecto que contribuya con la resistencia adhesiva a largo plazo de la zirconia, a menos que esté recubierta con una cerámica a base de sílice o con partículas que contengan sílice(59), ya que el silano no tiene interacción con la zirconia, al no presentar la misma una fase vítrea.

Ciertos estudios han encontrado que los silanos por si mismos no facilitan la formación de una unión más fuerte, o no tienen utilidad en la unión(68)(66).

Por último, para lograr una adhesión efectiva, se deben utilizar cementos resinosos de autocurado o de curado dual, de manera de asegurarnos una polimerización completa por debajo de la restauración, debido a que la zirconia no permite el pasaje correcto de la luz. Este protocolo de cementado, introducido por Blatz y col, en el año 2016(61), se corresponde con las conclusiones obtenidas de 140 estudios, sobre diferentes métodos para adherir satisfactoriamente a la zirconia(59).

A pesar de la variedad de métodos descritos, Khan et al.(53), observaron que el problema de la unión de un cemento de resina a la zirconia aún no se ha resuelto definitivamente. Sin embargo, la aplicación de primers con MDP sobre superficies de

zirconia recubiertas triboquímicamente con sílice es actualmente el medio menos complicado y más eficaz para lograr adherir cementos de resina a la zirconia.

5) DISCUSIÓN

El efecto del diseño de una preparación dentaria es un factor controvertido y subestimado en el éxito clínico de las incrustaciones de cerámica. Históricamente, la rehabilitación exitosa de la dentición ha dependido del respeto simultáneo de los tres principios fundamentales de la preparación dentaria: preparación mecánica para lograr retención y resistencia, asegurando así la longevidad; factores estéticos como minimizar la apariencia de márgenes y exhibición de metal; y las consecuencias biológicas de lograr los dos primeros factores que conciernen a la salud y la durabilidad final del diente y el periodonto. La creciente demanda de los pacientes por una estética "similar a un diente", "tooth like materials", y las preocupaciones sobre los efectos nocivos de los metales, han agregado una nueva consideración que ha abordado la profesión, profundizando la investigación en nuevos materiales y procedimientos clínicos, atendiendo tan importante requerimiento.

Son estos materiales dentocoloreados, usados para la fabricación de restauraciones indirectas en el sector posterior, los que se someten a grandes cargas oclusales y, consecuentemente, su inherente vulnerabilidad necesita ser compensada por un apropiado espesor de la restauración, además de una correcta fijación adhesiva. Aunque las restauraciones deberían ser lo más gruesas posibles para adquirir resistencia, este enfoque se ve atenuado por el principio fundamental de "mínima invasión"(69), una restauración gruesa y resistente implica simultáneamente presencia de tejidos dentales delgados y débiles por debajo de ella. Del mismo modo, un material muy fino no es sistemáticamente recomendado.

Un buen compromiso entre la preservación de tejido dental y un adecuado espesor de la restauración debe encontrarse y adaptarse a cada caso clínico. Poco es sabido científicamente acerca del mínimo espesor necesario para poder mantener paredes finas, y que es lo que puede considerarse totalmente seguro y conservador., en contraposición a la cantidad de estudios acerca de los espesores necesarios del material restaurador.

Luego de estar definido el tallado a realizarse, un punto importante por valorar sería el sellado inmediato de la dentina, uno de los objetivos de la preparación dentaria es dejar la misma con 2 sustratos (resina y esmalte) hasta el cementado de la restauración, ya que toda la superficie dentinaria debería ser sellada. Este

procedimiento involucra también el fino esmalte de los márgenes subgingivales, si está presente. El procedimiento implica el acondicionamiento del esmalte y dentina por diferentes intervalos, 30 a 45 segundos y 5 a 10 seg respectivamente. En estos casos que el esmalte se torna tan fino es muy difícil el grabado selectivo sin el riesgo de sobregrabar a la vecina dentina, por lo que, en estos casos, se propone el acondicionamiento de la dentina junto al fino esmalte por un tiempo de 5 a 10 seg. Luego es colocada una capa de resina sobre esa dentina sellada para reforzar las paredes, nivelar piso, eliminar hoquedades y, si es necesario, reubicar los márgenes oclusalmente, además dicho sellado ofrecería protección física y biológica de la preparación durante la fase provisional. Todavía no hay consenso acerca de qué tipo de base de resina se debe de usar debajo de la restauración, si una resina híbrida de alta carga o una resina Flow, la elección se debate aún ya que los pocos estudios científicos han fallado en demostrar poca diferencia en términos de adaptación marginal entre ambos materiales, por lo menos cuando son usados en capas delgadas (1 a 1,5mm), en particular para reubicación del margen gingival. La resina restauradora sí tendría su indicación específica en cavidades con gran destrucción que requieran más de un simple incremento de material(26).

Magne, que abogó por un nuevo enfoque "biomimético" para la odontología restauradora y protésica, mediante el uso de cerámicas y resinas compuestas, anunció no sólo un cambio en las técnicas, sino, un cambio en la filosofía del tratamiento. El concepto de "odontología biomimética" tiene como objetivo mantener la mayor cantidad de estructura dental posible y, por lo tanto, promueve el enfoque mínimamente invasivo de la preparación del diente. El enfoque biomimético intenta además aumentar la longevidad de la estructura dental subyacente(39) al reemplazar la dentina perdida con composite, y el esmalte con restauraciones cerámicas de cobertura parcial. Con la mejora de la combinación de varios materiales dentales restauradores, es posible que se produzca una restauración con una mayor resistencia a la fuerza de compresión. Como consecuencia de este importante cambio de paradigma, el énfasis principal de la odontología ahora no sería la restauración del diente, sino su refuerzo y preservación.

Sin embargo en estos tiempos se deben considerar estas restauraciones indirectas como biosustitución debido a la naturaleza monolítica de la restauración, con muchas imperfecciones aún en la réplica del específico conjunto dentina/esmalte natural(25). Existen muchas diferencias entre el modelo de diente natural y el diente restaurado adhesivamente: las varias capas de restauración e interfases no comparten la misma configuración que el diente natural, la interfase esmalte-dentina no puede todavía ser sustituida utilizando adhesivos dentales (especialmente a nivel de dentina). Los

términos biomimética y bioestimulación, frecuentemente vinculados a estas restauraciones estéticas, confirman el interés en intentar replicar al tejido natural: su disposición, estructura y función, con o sin una mínima preparación cavitaria adicional(70). El legítimo concepto de seguir el modelo natural ha sido alcanzado parcialmente, ya que todavía confiamos principalmente en las restauraciones monolíticas para restauraciones indirectas adheridas posteriores. Es de interés evaluar el potencial de nuevos protocolos basados en evidencias, dirigidos a emular la función natural del diente y su comportamiento, y para validar los principios biomecánicos subyacentes.

6) CONCLUSIONES

La Odontología restauradora actual es significativamente adhesiva, el espíritu conservador de las estructuras dentarias debe estar presente en cada uno de los procedimientos rehabilitadores que llevan al resultado final de la restauración adherida. Es prioritario que, en cada etapa de ese tratamiento, desde la remoción del proceso carioso, la concepción cavitaria, el diseño y la realización de la preparación dentaria, el cuidado de los tejidos sea primordial. Es gracias a la tecnología adhesiva que se pueden indicar restauraciones parciales indirectas adheridas, incluso en cavidades con gran destrucción dentaria, que conservan una o más cúspides y que, en otras condiciones, llevarían a tallados coronarios totales e incluso a la depulpación de la pieza. Es posible lograr la máxima conservación de ese tejido residual, adaptando el diseño cavitario a procedimientos adhesivos mediante el uso de resinas compuestas, utilizadas para el relleno de socavados o reconstrucción en zonas donde existe una pérdida significativa de tejido dentario, sustituyendo la dentina desde el punto de vista estructural y funcional.

Las notables propiedades y la versatilidad de estos materiales hacen que el disilicato de litio y la zirconia sean los más elegidos en la odontología protésica moderna, ya que demuestran un alto rendimiento estético y mecánico, combinado con un enfoque mínimamente invasivo, es por ello que la utilización de tales cerámicas está siendo cada vez más generalizada.

No se debe olvidar que aún no existe el material restaurador ideal, lo que sí existe es el compromiso de utilizar la técnica correcta en el manejo de cada uno de los nuevos materiales, respetar las orientaciones recomendadas por los fabricantes y, por encima de todo, ser profesionalmente responsable, exigente, actualizado y crítico de la propia labor profesional.

7) BIBLIOGRAFÍA

1. Borgia E. Invited Commentary: On Knowledge Update in Planning Comprehensive Dental Treatment: A Personal Overview. *Int J Prosthodont.* 2017;30(1):11–2.
2. Martínez Rius F, Pradíes Ramiro G, Suárez García MJ. Dental Ceramics: Classification and selection criteria. *RCOE.* 2007;12(4):253–63.
3. Kelly JR, Benetti P. Ceramic materials in dentistry: historical evolution and current practice. *Aust Dent J.* 2011;56(1):84–96.
4. Conrad HJ, Seong WJ, Pesun IJ. Current ceramic materials and systems with clinical recommendations: A systematic review. *J Prosthet Dent.* 2007 Nov 1;98(5):389–404.
5. Giordano R, McLaren EA. Ceramics overview: classification by microstructure and processing methods. *Compend Contin Educ Dent.* 2010 Nov;31(9).
6. Oh SC, Dong JK, Lüthy H, Schärer P. Strength and Microstructure of IPS Empress 2 Glass-Ceramic after Different Treatments. *Int J Prosthodont.* 2000;13(6):468–46872.
7. Zhang Y, Lawn B. Novel Zirconia Materials in Dentistry. *J Dent Res.* 2018;97(2).
8. Denry I, Kelly JR. State of the art of zirconia for dental applications. *Dent Mater.* 2008 Mar 1;24(3):299–307.
9. Montagna F BM. *Cerámicas, Zirconio y CAD/CAM.* 2013.
10. Vagkopoulou T, Koutayas SO, Koidis P, Strub JR. Zirconia in dentistry: Part 1. Discovering the nature of an upcoming bioceramic. *Eur J Esthet Dent.* 2009;4(2):130–51.
11. Spiridon Oumvertos Koutayas, Thaleia Vagkopoulou, Stavros Pelekanos, Petros Koidis JRS 2009. Zirconia in dentistry: part 2. Evidence-based clinical breakthrough. *Eur J Esthet Dent.* 4(4):348–80.
12. Kelly JR, Denry I. Stabilized zirconia as a structural ceramic: An overview. Vol. 24, *Dental Materials.* Elsevier; 2008. p. 289–98.
13. Zarone F, Di Mauro MI, Ausiello P, Ruggiero G, Sorrentino R. Current status on lithium disilicate and zirconia: A narrative review. *BMC Oral Health.* 2019;19(1):1–15.
14. Zarone F, Russo S, Sorrentino R. From porcelain-fused-to-metal to zirconia: Clinical and experimental considerations. *Dent Mater.* 2011 Jan 1;27(1):83–96.
15. Milleding P, Örtengren U, Karlsson S. Ceramic inlay systems: some clinical

- aspects. *J Oral Rehabil.* 1995;22(8):571–80.
16. Meyer, Cardoso A. Ceramic inlays and onlays: clinical procedures for predictable results. *J Esthet Restor Dent* 2003. :338–52.
 17. Freedman G. *Odontología Estética Contemporánea.* 2015. 469–81 p.
 18. Pröbster L, Groten M. Inlays de cerámica: el enfoque conservador. *Quintessence Publicación Int Odontol.* 2011;24(7):331–9.
 19. Hopp CD, Land MF. Considerations for ceramic inlays in posterior teeth: A review. *Clin Cosmet Investig Dent.* 2013;5:21–32.
 20. Federlin M, Sipos C, Hiller KA, Thonemann B, Schmalz G. Partial ceramic crowns. Influence of preparation design and luting material on margin integrity - A scanning electron microscopic study. *Clin Oral Investig.* 2005;9(1):8–17.
 21. Borgia E. Restauraciones Indirectas Adheridas Posteriores. In: *Adhesion en Odontología Restauradora (Henostroza, G).* 2010. p. 389–430.
 22. Politano G, Van Meerbeek B, Peumans M. Nonretentive Bonded Ceramic Partial Crowns: Concept and Simplified Protocol for Long-lasting Dental Restorations. *J Adhes Dent [Internet].* 2018;20(6):495–510. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30564796>
 23. Maltz M, Koppe B, Jardim JJ, Alves LS, de Paula LM, Yamaguti PM, et al. Partial caries removal in deep caries lesions: a 5-year multicenter randomized controlled trial. *Clin Oral Investig.* 2018;22(3):1337–43.
 24. Bottino M. *Estética en Rehabilitación Oral - METAL FREE.* 125–140 p.
 25. Dietschi D, Spreafico R. Evidence-based concepts and procedures for bonded inlays and onlays. Part I. Historical perspectives and clinical rationale for a biosubstitutive approach. *Int J Esthet Dent [Internet].* 2015;10(2):210–27. Available from: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84953342603&partnerID=40&md5=56706bfdaffc714b8ac7e934dd3cbe8b>
 26. Rocca GT ommas., Rizcalla N, Krejci I, Dietschi D. Evidence-based concepts and procedures for bonded inlays and onlays. Part II. Guidelines for cavity preparation and restoration fabrication. *Int J Esthet Dent.* 2015;10(3):392–413.
 27. Dietschi D, Spreafico R. Evidence-based concepts and procedures for bonded inlays and onlays. Part III. A case series with long-term clinical results and follow-up. *Int J Esthet Dent.* 2019;14(2):118–33.
 28. Miyashita, E; Salazar A. *Odontología Estética El Estado del Arte.* 203–223 p.
 29. Thompson MC, Thompson KM, Swain M. The all-ceramic, inlay supported fixed partial denture. Part 1. Ceramic inlay preparation design: A literature review. Vol. 55, *Australian Dental Journal.* 2010. p. 120–7.

30. St-Georges AJ, Sturdevant JR, Swift EJ, Thompson JY. Fracture resistance of prepared teeth restored with bonded inlay restorations. *J Prosthet Dent.* 2003;89(6):551–7.
31. Jackson R. Esthetic Inlays and Onlays. In: *Contemporary Esthetic Dentistry.* 2012. p. 469–81.
32. Soares CJ, Martins LRM, Fonseca RB, Correr-Sobrinho L, Fernandes Neto AJ. Influence of cavity preparation design on fracture resistance of posterior Leucite-reinforced ceramic restorations. *J Prosthet Dent.* 2006;95(6):421–9.
33. Mallat E, Cadafalch J, Figuera J. Las claves de la protesis fija en cerámica. 2018. 116–131 p.
34. Krifka S, Anthofer T, Fritzsich M, Hiller K, Schmalz G, Federlin M. Ceramic inlays and partial ceramic crowns: influence of remaining cusp wall thickness on the marginal integrity and enamel crack formation in vitro. *Oper Dent.* 2009;(34):32–42.
35. Federlin M, Thonemann B, Schmalz G. Obturaciones indirectas: inlays y coronas de recubrimiento parcial de cerámica cementados con técnicas adhesivas. *Quintessence Publicación Int Odontol.* 2011;24(4):167–75.
36. Bresser RA, Gerdolle D, van den Heijkant IA, Sluiter-Pouwels LMA, Cune MS, Gresnigt MMM. Up to 12 years clinical evaluation of 197 partial indirect restorations with deep margin elevation in the posterior region. *J Dent* [Internet]. 2019;91(July):103227. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2019.103227>
37. Samartzi TK, Papalexopoulos D, Sarafianou A, Kourtis S. Immediate dentin sealing: A literature review. *Clin Cosmet Investig Dent.* 2021;13:233–56.
38. Juloski J, Köken S, Ferrari M. Cervical margin relocation in indirect adhesive restorations: A literature review. Vol. 62, *Journal of Prosthodontic Research.* 2018.
39. Veneziani M. Posterior indirect adhesive restorations: updated indications and the Morphology Driven Preparation Technique. *Int J Esthet Dent.* 2017;12(2):204–30.
40. Ferraris F. Posterior indirect adhesive restorations (PIAR): preparation designs and adhesion clinical protocol. *Int J Esthet Dent.* 2017;12(4):482–502.
41. Politano G, Fabianelli A, Papacchini F, Cerutti A. The use of bonded partial ceramic restorations to recover heavily compromised teeth. *Int J Esthet Dent.* 2016;11(3).
42. Aboushelib MN, Feilzer AJ, Kleverlaan CJ, Salameh Z. Partial-retainer design

- considerations for zirconia restorations. *Quintessence Int* [Internet]. 2010;41(1):41–8. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19907732>
43. Monaco C, Cardelli P, Özcan M. Inlay-retained zirconia fixed dental prostheses: Modified designs for a completely adhesive approach. *J Can Dent Assoc (Tor)*. 2011;77.
 44. Monaco C, Cardelli P, Bolognesi M, Scotti R, Ozcan M. Inlay-retained zirconia fixed dental prosthesis: clinical and laboratory procedures. *Eur J Esthet Dent*. 2012;7(1):48–60.
 45. Wolfart S, Kern M. A new design for all-ceramic inlay-retained fixed partial dentures: a report of 2 cases. *Quintessence Int* [Internet]. 2006;37(1):27–33. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16429700>
 46. Zesewitz T, Knauber A, Nothdurft F. Fracture Resistance of a Selection of Full-Contour All-Ceramic Crowns: An In Vitro Study. *Int J Prosthodont*. 2014;27(3):264–6.
 47. Edelhoff D, Sorensen JA. Tooth Structure Removal Associated with Various Preparation Designs for Posterior Teeth. *Int J Periodontics Restor Dent*. 2002;22(3):241–50.
 48. Al-Fouzan A, Tashkandi E. Volumetric Measurements of Removed Tooth Structure Associated with Various Preparation Designs. *Int J Prosthodont*. 2013;26(6):545–8.
 49. Sad Char M, Kern M. Five-year clinical outcome of posterior zirconia ceramic inlay-retained FDPs with a modified design. *J Dent* [Internet]. 2015;43(12):1411–5. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jdent.2015.11.001>
 50. Baratieri L. *Odontología Restauradora, fundamentos y técnicas*. 675–755 p.
 51. Duarte Jr. S, Phark J-H, Blatz M, Sadan A. Biomaterials Update Ceramic Systems : An Ultrastructural Study. *Quintessence Dent Technol*. 2010;33:42–60.
 52. Blatz MB, Vonderheide M, Conejo J. The Effect of Resin Bonding on Long-Term Success of High-Strength Ceramics. *J Dent Res*. 2018;97(2):132–9.
 53. Khan AA, Al Kheraif AAA, Jamaluddin S, Elsharawy M, Divakar DD. Recent Trends in Surface Treatment Methods for Bonding Composite Cement to Zirconia: A Reveiw. *J Adhes Dent* [Internet]. 2017;19(1):7–19. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28195271>
 54. Taguchi S, Komine F, Kubochi K, Fushiki R, Kimura F, Matsumura H. Effect of a silane and phosphate functional monomer on shear bond strength of a

- resin-based luting agent to lithium disilicate ceramic and quartz materials. *J Oral Sci.* 2018;60(3):360–6.
55. González ACC, Mejía ED. Alternatives of surface treatments for adhesion of lithium disilicate ceramics. *Rev Cubana Estomatol.* 2018;55(1):59–72.
 56. Lim M-J, Lee K-W. Effect of adhesive luting on the fracture resistance of zirconia compared to that of composite resin and lithium disilicate glass ceramic. *Restor Dent Endod.* 2017;42(1):1.
 57. Blatz MB, Chiche G, Holst S, Sadan A. Influence of surface treatment and simulated aging on bond strengths of luting agents to zirconia. *Quintessence Int [Internet]*. 2007;38(9):745–53. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17873981>
 58. Koizumi H, Nakayama D, Komine F, Blatz MB, Matsumura H. Bonding of resin-based luting cements to zirconia with and without the use of ceramic priming agents. *J Adhes Dent.* 2012;14(4):385–92.
 59. Inokoshi M, De Munck J, Minakuchi S, Van Meerbeek B. Meta-analysis of bonding effectiveness to zirconia ceramics. *J Dent Res.* 2014;93(4):329–34.
 60. Özcan M, Bernasconi M. Adhesion to zirconia used for dental restorations: a systematic review and meta-analysis. *J Adhes Dent [Internet]*. 2015;17(1):7–26. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25646166>
 61. Blatz MB, Alvarez M, Sawyer K, Brindis M. How to Bond Zirconia: The APC Concept. *Compend Contin Educ Dent.* 2016;37(9):611–8.
 62. El-Korashy DI, El-Refai DA. Mechanical properties and bonding potential of partially stabilized zirconia treated with different chemomechanical treatments. *J Adhes Dent.* 2014;16(4):365–36576.
 63. Osorio R, Castillo-de Oyagüe R, Monticelli F, Osorio E, Toledano M. Resistance to bond degradation between dual-cure resin cements and pre-treated sintered CAD-CAM dental ceramics. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2012;17(4).
 64. Phark JH, Duarte S, Kahn H, Blatz MB, Sadan A. Influence of contamination and cleaning on bond strength to modified zirconia. *Dent Mater.* 2009;25(12):1541–50.
 65. Atsu SS, Kilicarslan MA, Kucukesmen HC, Aka PS. Effect of zirconium-oxide ceramic surface treatments on the bond strength to adhesive resin. *J Prosthet Dent.* 2006;95(6):430–6.
 66. Inokoshi M, Poitevin A, De Munck J, Minakuchi S, Van Meerbeek B. Bonding effectiveness to different chemically pre-treated dental zirconia. *Clin Oral Investig.* 2014;18(7):1803–12.

67. Kern M, Passia N, Sasse M, Yazigi C. Ten-year outcome of zirconia ceramic cantilever resin-bonded fixed dental prostheses and the influence of the reasons for missing incisors. *J Dent* [Internet]. 2017;65(January):51–5. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jdent.2017.07.003>
68. Chen C, Chen G, Xie H, Dai W, Zhang F. Nanosilica coating for bonding improvements to zirconia. *Int J Nanomedicine*. 2013;8:4053–62.
69. Beier US, Kapferer I, Burtscher D, Giesinger JM, Dumfahrt H. Clinical performance of all-ceramic inlay and onlay restorations in posterior teeth. *Int J Prosthodont* [Internet]. 2012;25(4):395–402. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22720292>
70. Bazos P, Magne P. Bio-Emulation: biomimetically emulating nature utilizing a histoanatomic approach; visual synthesis. *Int J Esthet Dent*. 2014;9(3):330–52.