



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
ODONTÓLOGO

TEMA DE INVESTIGACIÓN:

EVALUACIÓN DE LAS TÉCNICAS DE ADHESIÓN A ZIRCONIA

AUTOR:

ESPINOZA RUIZ RENATO RAFAEL

TUTOR:

Dr. CÉSAR HUMBERTO PALACIOS JURADO

GUAYAQUIL, OCTUBRE, 2020

Ecuador



CERTIFICACION DE APROBACION

Los abajo firmantes certifican que el trabajo de Grado previo a la obtención del Título de Odontólogo, es original y cumple con las exigencias académicas de la Facultad Piloto de Odontología, por consiguiente, se aprueba.

.....

Dr. José Fernando Franco Valdiviezo, Esp.

Decano

.....

Dr. Patricio Proaño Yela, M.Sc.

Gestor de Titulación



APROBACIÓN DEL TUTOR

Por la presente certifico que he revisado y aprobado el trabajo de titulación cuyo tema es **EVALUACIÓN DE LAS TÉCNICAS DE ADHESIÓN A ZIRCONIO**, presentado por el Sr **ESPINOZA RUIZ RENATO RAFAEL**, del cual he sido su tutor, para su evaluación y sustentación, como requisito previo para la obtención del título de Odontólogo.

Guayaquil, octubre del 2020.

A handwritten signature in blue ink, which appears to read "César Palacios", is placed above a horizontal dotted line.

Dr. César Palacios Jurado

CC: 0915881221



DECLARACIÓN DE AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Yo, **ESPINOZA RUIZ RENATO RAFAEL**, con cédula de identidad N° **0705277960**, declaro ante las autoridades de la Facultad Piloto de Odontología de la Universidad de Guayaquil, que el trabajo realizado es de mi autoría y no contiene material que haya sido tomado de otros autores sin que este se encuentre referenciado.

Guayaquil, octubre del 2020.

ESPINOZA RUIZ RENATO RAFAEL

0705277960



DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación a las personas más importantes en mi vida, mi Padre Rafael Espinoza y mi madre Noralma Ruiz, quiénes desde un inicio creyeron en mi para ser quien soy ahora, apoyándome siempre desde el inicio de mi carrera profesional. Hoy, todo ese esfuerzo rinde fruto y es para usted papás.

También dedico este esfuerzo para mis hermanos, Xavier y Roberto, que tras sus consejos y palabras alentadoras siempre estuvieron presentes en los momentos difíciles para poderme guiar.



AGRADECIMIENTO

Agradezco mucho a las personas que me dieron la mano y fueron parte esencial a lo largo de mi carrera universitaria, amistades y mentores.

A mis grandes amigos que me ha dado la facultad, Bryan Maza y Jorge Espinoza.

A mis docentes por sus enseñanzas y por orientarme hacia la especialidad que quiero seguir.

A mi Tutor Dr. César Palacios por estar siempre dispuesto a compartir sus conocimientos para poder realizar este trabajo de investigación.

Y por último, palabras me faltarán para agradecer infinitamente a una persona muy especial que conocí en mi carrera, mi querida María Fernanda Montiel, por ser la persona más noble y sincera que haya conocido en mi vida y por poder compartir su tiempo todos estos años a mi lado para fortalecerme y no decaer.



CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Dr.

José Fernando Franco Valdiviezo, Esp.

DECANO DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

Presente.

A través de este medio indico a Ud. que procedo a realizar la entrega de la Cesión de Derechos de autor en forma libre y voluntaria del trabajo **EVALUACIÓN DE LAS TÉCNICAS DE ADHESIÓN A ZIRCONIO**, realizado como requisito previo para la obtención del título de Odontólogo, a la Universidad de Guayaquil.

Guayaquil octubre del 2020

.....

ESPINOZA RUIZ RENATO RAFAEL

0705277960

INDICE GENERAL

CARÁTULA	I
CERTIFICACION DE APROBACION	II
APROBACIÓN DEL TUTOR	III
DECLARACIÓN DE AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN	IV
DEDICATORIA.....	V
AGRADECIMIENTO	VI
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR	VII
INDICE GENERAL	VIII
RESUMEN	X
ABSTRACT	XI
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I	4
EL PROBLEMA.....	4
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
Delimitación del problema	5
Formulación del problema.....	5
Preguntas de investigación	5
Justificación	6
Objetivos.....	7
Objetivo general	7
Objetivos específicos.....	7
CAPÍTULO II.....	8
MARCO TEÓRICO	8
Antecedentes.....	8

Fundamentación científica o teórica.....	13
Origen De La Zirconia.....	13
Zirconia En Odontología Restauradora	15
Aplicaciones Clínicas De La Zirconia.....	16
Ventajas	17
Desventajas.....	17
Tipos De Zirconia.....	18
Cementación Convencional Vs Cementación Adhesiva	31
Adhesión a Zirconia.....	33
Unión Micromecánica a La Zirconia.....	35
Unión Química a La Zirconia.....	42
Monómero Funcional 10- MDP	45
Primers De Zirconio (Imprimadores)	47
Agentes Cementantes Para Zirconia.....	51
CAPÍTULO III	56
MARCO METODOLÓGICO	56
Diseño y tipo de investigación.....	56
Métodos, técnicas e instrumentos	56
Procedimiento de la investigación.....	57
Discusión De Los Resultados	58
CAPÍTULO IV	62
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	62
Conclusiones.....	62
Recomendaciones	63
BIBLIOGRAFÍA	65

RESUMEN

La introducción de monómeros funcionales en los sistemas adhesivos como en los imprimadores para zirconia/metal, promueven la unión química interactuando con el calcio (hidroxiapatita) de la dentina, y en la superficie de la restauración por los iones metálicos. Estudios demostraron que el 10-MDP, es fundamental para lograr adhesión a zirconia y proveer una unión estable en el tiempo, a diferencia de una unión mecánica lograda con cementos a base de fosfato de zinc y ionómeros de vidrio. Además, la cementación adhesiva a zirconia brindó mejores niveles de adhesión porque aparte de la unión química, existe una unión micromecánica, la cual mediante el arenado con diversos tipos y tamaños de partículas crean micro retenciones para fortalecer la unión química. Por consiguiente, el objetivo general del trabajo fue analizar las técnicas de adhesión a zirconia, en donde se estudiarán protocolos de cementación convencional vs cementación adhesiva. El enfoque de la investigación fue de tipo bibliográfico usando como principales métodos el histórico – lógico y descriptivo, utilizando como técnicas la compilación de información, revisión bibliográfica y análisis de las fuentes. Finalizando, el autor concluyó que el arenado con partículas de óxido de aluminio en conjunto con un primer de zirconia, es la técnica más confiable y segura para lograr altos valores adhesivos a la zirconia. Se recomienda revisar constantemente información científica acerca de materiales y protocolos que demuestren efectividad y garanticen una adhesión duradera y estable a la cerámica de zirconia.

Palabras clave: Adhesión, zirconia, imprimador, cementación.

ABSTRACT

The introduction of functional monomers in adhesive systems such as zirconia/metal primers, promotes chemical bonding by interacting with the calcium (hydroxyapatite) in the dentin, and on the surface of the restoration by the metal ions. Studies have shown that 10-MDP is critical for achieving adhesion to zirconia and providing a stable bond over time, as opposed to a mechanical bond achieved with zinc phosphate-based cements and glass ionomers. In addition, adhesive zirconia cementation provided better levels of adhesion because apart from the chemical bond, there is a micromechanical bond, which by sanding with various types and sizes of particles creates micro retentions to strengthen the chemical bond. Therefore, the general objective of the work was to analyze the techniques of adhesion to zirconia, where protocols of conventional cementation vs. adhesive cementation will be studied. The approach of the research was of bibliographic type using as main methods the historical - logical and descriptive, using as techniques the compilation of information, bibliographic review and analysis of the sources. Finally, the author concluded that sandblasting with aluminum oxide particles in conjunction with a zirconia primer is the most reliable and safe technique to achieve high adhesive values to zirconia. It is recommended to constantly review

scientific information about materials and protocols that demonstrate effectiveness and guarantee a lasting and stable adhesion to zirconia ceramics.

Keywords: Bonding, zirconia, primer, cementation.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación trata acerca de cómo lograr adhesión a una cerámica ácido resistente como es el Óxido de Zirconia. Este material es identificado 1789 y es inducido en la tabla periódica de elementos como Zr con número atómico 40, por tanto, goza de las características propias de los metales en cuanto a resistencia, comportamiento óptico y químico. No es hasta fines de los años 1960 en donde el material es introducido en la Odontología como Dióxido de Zirconia. La zirconia empleada en odontología se presenta en forma de Y-TZP (óxido de circonio tetragonal parcialmente estabilizado con itrio), que al oxidarse se convierte en una cerámica y está compuesta por 95% zirconia y 5% itrio.

La zirconia es un material con alta resistencia a la fractura con excelentes propiedades mecánicas y sobre todo es considerado biotolerable, y nos brinda una resistencia a la flexión que supera los 900-1200 MPa, valores dos o tres veces mayor que las fuerzas de masticación máxima, siendo el material cerámico con mayor fuerza de flexión existente a la fecha.

Estudios clínicos indican que hay dos formas de unirse a la zirconia: usando la técnica convencional, la cuál ha sido utilizada desde los orígenes del material optando solamente por retención mecánica en conjunto de cementos a base de fosfato de zinc y ionómeros de vidrio. Por otro lado, la técnica adhesiva, la más actualizada y a su vez la que más controversia y dudas ha creado desde su surgimiento, debido a la incansable búsqueda del protocolo que establezca y a su vez brinde una mejor unión química a esta cerámica resistente al ataque ácido. A su vez, buscar el mejor protocolo para adhesión a zirconia ha sido una tarea difícil debido a la gran estructura policristalina y poca fase vítrea que la caracteriza, además de la ausencia de sílice, la cual hace que el tradicional grabado con ácido fluorhídrico y silanización no creen ninguna unión química ni micromecánica en ella. Es por eso, que se necesitan otras alternativas para lograr adherirse a la zirconia por medio métodos micro mecánicos (Arenado con partículas por aire) y químicos (monómeros funcionales).

Autores señalan que los cementos de resina son más preferidos porque tienen las ventajas de sellado marginal, buena retención y mejora de la resistencia a la fractura de los materiales cerámicos. Los cementos adhesivos basados en resina presentan una menor erosión en soluciones de ácidos en comparación a los de ionómero de vidrio, y, por lo tanto, son resistentes a largo plazo a las agresiones ácidas en la cavidad oral.

Es por ello, que en este trabajo de investigación se darán a conocer cuáles son los materiales y procedimientos que garanticen valores óptimos de adhesión a zirconia, detallando protocolos ideales en base a la literatura científica.

De forma estructural, el trabajo de investigación está dividido en capítulos: En el Capítulo I, que corresponde al problema de investigación, se introduce a la adhesión a zirconia como objeto de estudio, seguido de la delimitación y formulación del problema, se sostiene la base para la justificación y se consolidan los objetivos, tanto general como específicos. En el Capítulo II, que corresponde al marco teórico, se inicia con la búsqueda de antecedentes en base a una revisión bibliográfica, indagando y evidenciando de manera teórica la información más relevante y actualizada con respecto a adhesión a Zirconia. En el Capítulo III se aborda la metodología de investigación y se analizan el diseño y tipo de investigación utilizados, así también como técnicas e instrumentos. Es en este apartado donde se narra el procedimiento de la investigación, dando paso a la discusión de los resultados obtenidos entre diversas fuentes y autores. Finalmente, en el Capítulo IV, se dan a conocer las conclusiones de la investigación, seguido de las recomendaciones desarrolladas a partir de la bibliografía consultada.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El óxido de zirconia ha sido considerado un material restaurador biocompatible resistente a todos los impactos térmicos, químicos y mecánicos del medio bucal, el cual ha despertado gran interés en el ámbito odontológico debido a sus importantes características estéticas y biológicas como altos valores de resistencia, dureza, translucidez y comportamiento no alergénico hacia los tejidos periorales.

A lo largo del tiempo se lo ha usado en tratamientos como confección de coronas de recubrimiento total y parcial, prótesis parcial fija unitaria o plural, postes radiculares y/o muñones, pilares de implantes y carillas. Al ser modificado como una cerámica, a diferencia de los metales, en las restauraciones a base de óxido de zirconia se logra que la luz se transmita a través del material, dando como ventajas buenas propiedades ópticas que lo hacen superior a las restauraciones metalosoportadas.

Teniendo presente las bondades que brinda este material, su acondicionamiento, ha sido un tema de discusión debido al desconocimiento que implica tratar la superficie antes de realizar una cementación adhesiva, ya que, hoy en día se sigue utilizando el sistema

convencional (Cementado con Ionómero de vidrio) el cual, comparado a una cementación adhesiva, refleja bajos niveles de resistencia.

Delimitación del problema

El presente trabajo de investigación consiste en evaluar las técnicas de adhesión a zirconia mediante el uso óptimo de materiales que nos permitan realizar una correcta cementación garantizando el éxito y longevidad de una restauración a base de óxido de zirconia.

Tema: Evaluación de las técnicas de adhesión a Zirconia

Objeto de estudio: Zirconia

Campo de investigación: Adhesión a Zirconia

Línea de investigación: Salud oral, prevención, tratamiento, servicio de salud

Sublínea de investigación: Epidemiología y Práctica odontológica.

Área: Pregrado

Formulación del problema

¿Cuál es el protocolo correcto para lograr adhesión a zirconia?

Preguntas de investigación

¿Cómo se logra adhesión a zirconia?

¿Qué se utiliza para lograr adhesión a zirconia?

¿Qué tipo de cementante ideal para el zirconia?

¿Cuáles son los valores de adhesión que se logran cuando se acondiciona el zirconia?

¿La cementación adhesiva a zirconia garantiza mejores resultados que una cementación convencional?

¿La polimerización de un adhesivo universal interfiere en el ajuste de la restauración de óxido de zirconia?

Justificación

El nacimiento y avance de los sistemas adhesivos cambiaron por completo la práctica clínica en odontología restauradora. El desarrollo de los mismos, ha optado por encaminar la odontología hacia la preservación máxima de estructura dentaria cuando se trata de rehabilitar con zirconio.

Hoy en día, el zirconio se ha consolidado como un material restaurador utilizado en diversos tipos de tratamiento. Se lo ha utilizado en ocasiones para sustituir metales presentes en la zona estética. A lo largo del tiempo desde su surgimiento en odontología restauradora, siempre se ha cuestionado sus niveles de adhesión y compatibilidad a sistemas adhesivos, creando dudas y errores entre profesionales que no siempre tratan la superficie de la zirconia antes de una cementación. Por ende, este estudio tendrá énfasis en los conocimientos fundamentales de la literatura, con la finalidad de analizar los valores de adhesión a zirconia con diferentes técnicas. Esta investigación servirá de material de apoyo para investigadores profesionales y/o estudiantes para que puedan acceder a esta información como guía de práctica clínica para el manejo del zirconio en cementación adhesiva.

Objetivos

Objetivo general

Analizar las técnicas de adhesión a zirconio.

Objetivos específicos

- Definir los materiales indicados para acondicionar la superficie de la zirconia.
- Detallar el protocolo para acondicionar la superficie de la zirconia.
- Comparar los niveles de adhesión de los acondicionadores de zirconia de distintas casas comerciales.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

Antecedentes

Un estudio examinó la durabilidad de la unión del composite a la zirconia después del envejecimiento artificial utilizando diferentes productos que contienen 10-metacriloiloxi-dihidrogenofosfato (MDP). Los métodos de acondicionamiento fueron: Ninguno (control [Ctr]; Clearfil SA Luting [CSL]; Panavia SA Luting Plus [PSLP]), primers de zirconia que contienen MDP (Z-Prime Plus [ZP]; Clearfil Ceramic Primer [CCP]), y Adhesivos universales que contienen MDP (Single Bond Universal [SBU]; Clearfil Universal Bond [CUB]). Se midió la resistencia al cizallamiento (SBS). Para cada método de acondicionamiento y se concluyó que los adhesivos universales que contienen MDP y los cementos autoadhesivos presentaron una mayor fuerza de unión a Y-TZP que los imprimadores que contienen MDP, aunque estos últimos presentaron una mejor durabilidad de la unión. Ningún producto que contenga MDP evitó que el agua se infiltrara en la interfaz compuesta / Y-TZP. (Chen, Lu Yang, 2018)

En un estudio clínico de boca dividida después de un seguimiento de 8 años, la supervivencia estimada, que se definió como sin pérdida de retención o sin pérdida de vitalidad pulpar, fue del 96% (95% con cemento de fosfato de zinc y 97% con resina- GIC modificado) para coronas de metal-cerámica y circonio. Se demostró que la diferencia entre el CIV modificado con resina y el cemento de fosfato de zinc no era estadísticamente significativa. A pesar de la alentadora capacidad de retención de las restauraciones de zirconia cementadas con fosfato de zinc, después de 5 años de seguimiento de prótesis parciales fijas de tres unidades que se cementaron con cemento de resina compuesta (Panavia TM F, Kuraray, kuraraydental.com) o cemento de fosfato de zinc (De Trey® Zinc, Dentsply Sirona, dentsplysirona.com), se observó evidencia visible de zanjas a lo largo de los márgenes en el zinc -grupo cementado con fosfato. Los puentes de zirconia de tres unidades se calificaron como satisfactorios y solo se recementó una restauración después de un período de observación de 5 años. Se reportaron superficies picadas y zanjas en el 30% de los retenedores de puentes que fueron cementados con cemento de fosfato. (Dogan & Raigrodski, 2019)

Una investigación en 2019 evaluó el efecto de los tratamientos superficiales sobre las características de Y-TZP y sobre el enlace de zirconia mediada por resina. Se usaron bloques de Y-TZP que fueron abrasionados con 45 um de alúmina o con 30 um de partículas de alúmina recubiertas de sílice. Los tratamientos químicos fueron: tratamiento no químico (NC), primer que contiene silano (SP), MDP (fosfato de 10-metacriloiloxdecil dihidrógeno) y primer que contiene silano (MPS), primer que contiene MDP (MP) y MDP y silano. que contiene adhesivo (MPA). Se analizó la resistencia de unión al cizallamiento

de cemento de resina (SBS) en almacenamiento de agua de 24 h u 8 meses (37 ° C). Como resultados, los tratamientos químicos (aplicación de imprimación o adhesivo) afectan la topografía de la superficie y la fisicoquímica (rugosidad, humectabilidad y energía libre de superficie) de Y-TZP. Cuando las superficies se limpiaron con partículas, este estudio demostró que el uso de un imprimador que contiene solo MDP es el único tratamiento capaz de promover un enlace estable con Y-TZP. La efectividad de la interacción química entre la molécula MDP y el óxido de circonio puede verse comprometida cuando esta molécula está presente en un sistema multicomponente. (Lima et al., 2019)

En otro estudio, se incluyeron artículos científicos originales sobre la adhesión a la zirconia publicados en la base de datos MEDLINE (PubMed) entre el 01/01/1995 y el 01/06/2011. En total, se investigaron 169 métodos diferentes de acondicionamiento de superficies, principalmente combinaciones de protocolos de abrasión por aire y promotores adhesivos (imprimaciones o silanos). Esta revisión destacó que la adhesión de los cementos de fijación está significativamente influenciada por el método de acondicionamiento de la superficie. En los grupos de control sin acondicionamiento sin termociclado, los valores medios de resistencia de la unión oscilaron entre 1.15 (IQR = 3.54) y 8.93 (IQR = 9), y 6.9 (IQR = 0) y 8.73 (IQR = 13.93) MPa para pruebas de macroshear y macrotensiles, respectivamente. Después del método de acondicionamiento físico, el cemento a base de monómero MDP presentó los valores de unión más altos en comparación con los de otros cementos de resina que usan macrotensil (no TC: 34.2; IQR = 24.18 MPa, TC: 42.35; IQR = 0 MPa) o microtensil (no TC: 37.2; IQR = 41.5 MPa, TC: 17.1; IQR = 31.15 MPa) método de prueba. Con base en los resultados de esta revisión sistemática, podría esperarse

una mayor adhesión después del acondicionamiento fisicoquímico de la zirconia. Los cementos de resina basados en MDP tienden a presentar resultados más altos que los de otros tipos de cementos cuando se prueban usando pruebas macro y microtensiles. (Özcan & Bernasconi, 2015)

En un artículo de revista del 2016, una investigación propuso evaluar la influencia de la contaminación de la saliva, la aplicación de pasta limpiadora de hidróxido de sodio (Ivoclean – Ivoclar Vivadent) y el envejecimiento en la resistencia a la tracción de dos cementos de resina autoadhesivos a la cerámica de circonio. Noventa y seis rodajas cuadradas de zirconia (Zenostar Zr Translucent, Wieland, Alemania) con dimensiones de 10 mm x 10 mm x 4 mm se asignaron aleatoriamente a tres grupos (N = 32) con respecto a la manipulación de la superficie antes de la cementación. El primer grupo no fue tratado (NC). El segundo grupo estaba contaminado con saliva (SC). El tercer grupo estaba contaminado con saliva y se limpió con una pasta limpiadora de hidróxido de sodio. (Ivoclean, Ivoclar Vivadent) (SCI). El primer grupo no fue tratado (NC). El segundo grupo estaba contaminado con saliva (SC). El tercer grupo estaba contaminado con saliva y se limpió con una pasta limpiadora de hidróxido de sodio. (Ivoclean, Ivoclar Vivadent) (SCI). Se concluyó que la limpieza de la superficie contaminada con saliva con una pasta limpiadora (Ivoclean – Ivoclar Vivadent) mejora inicialmente la resistencia de la unión. (Al-Ammari et al., 2016)

Un estudio que tuvo como objetivo comparar la resistencia al desplazamiento de cuatro agentes cementantes, tres de ellos resinosos autoadhesivos de polimerización dual y con contenido de MDP (10-metacriloxidecil dihidrógeno fosfato) y un ionómero de vidrio

convencional. Se estudiaron: RelyXTM Ultimate con Single Bond® Universal de 3M™ ESPE™. Multilink® Automix con Monobond® Plus de Ivoclar Vivadent, S.A. de C.V., PANA VIA™ SA Cement Automix de Kuraray Noritake Dental Inc. y Ketac Cem de 3M™ ESPE™. Se realizaron 40 muestras de zirconia parcialmente estabilizada con itrio, se dividieron en cuatro grupos, cada uno de ellos fue tratado de acuerdo con las indicaciones del fabricante del cemento a estudiar, se realizaron las muestras, se almacenaron en humedad al 100% en una cámara a una temperatura de 37oC durante 24 horas para después ser sometidas a pruebas mecánicas de desprendimiento por cizallamiento a una velocidad de 1 mm por minuto en la máquina universal de pruebas mecánicas. Como resultado, las muestras de ionómero de vidrio fracasaron antes de ser llevadas a la maquina universal, entre los otros tres cementos no existe diferencia estadísticamente significativa. Concluyendo que la capacidad de adhesión de ionómero de vidrio a la zirconia es nula o muy baja. Igualmente, los cementos resinosos que contengan en su fórmula MDP, ya sea en su agente de acoplamiento o en la fórmula misma de los cementos, son en la actualidad la mejor alternativa para incrementar la adhesión a una superficie de zirconia. (Ríos Szalay et al., 2017)

Una investigación científica realizada en el 2019, tuvo como propósito evaluar la fuerza de unión entre el cemento adhesivo y la zirconia translúcida en comparación con la zirconia convencional. Cuatro marcas de zirconia translúcida (BruxZir ® HT, Lava ™ Plus, Prettau ® Anterior y Prettau ® Zirconia) y una zirconia convencional (Kavo Everest ® ZS) fueron evaluados. Las muestras se dividieron en grupos según el tratamiento previo de la superficie de cementación de la zirconia: tal como se produjo, tratamiento con ácido

fluorhídrico o arenado. Los grupos se sometieron a tres procedimientos diferentes de envejecimiento artificial: almacenamiento de agua (24 h), 5.000 termociclos o envejecimiento a largo plazo (almacenamiento de agua 150 días, incluidos 37.500 termociclos) antes de la prueba de resistencia al cizallamiento. El tratamiento con chorro de arena aumentó significativamente la fuerza de unión para todas las marcas de circonio, independientemente de los procedimientos de envejecimiento artificial, en comparación con el grupo de control. La fuerza de unión entre el cemento adhesivo y la zirconia translúcida es equivalente a la zirconia convencional. El pulido con chorro de arena crea una superficie de cementación que es más duradera que la producida o tratada con ácido fluorhídrico, independientemente del tipo de zirconia. (Le et al., 2019).

El autor de esta investigación en conjunto con los autores citados en este apartado, concuerdan y afirman que la zirconia es un material que tiene todas las propiedades para ser una cerámica de primera elección tanto como en sector anterior y posterior, utilizando métodos y técnicas para que la superficie interna quede perfectamente acondicionada y brinde altos niveles de adhesión a largo plazo.

Fundamentación científica o teórica

Origen De La Zirconia

Para (Piconi & Maccauro, 1999) “El mineral dióxido de zirconia (ZrO_2), conocido como zirconia, fue identificado en 1789 en la antigua Ceilán, hoy Sri Lanka, por el químico alemán Martin Heinrich Klaproth, después del calentamiento de algunas gemas de zirconia”.

Es un elemento metálico con símbolo Zr y número atómico 40 en la tabla periódica.

Por tanto, goza de las características propias de los metales en cuanto a resistencia, comportamiento óptico y químico. Se trata de un metal blanco grisáceo, brillante y muy resistente a la corrosión, más ligero que el acero y con una dureza similar al cobre.

Actualmente, la principal fuente de obtención de circonio son las arenas australianas que contienen silicato de circonio, denominado circón. (Segura, 2014)

El bióxido de zirconio estabilizado como cerámica técnica, se encuentra disponible como:

- Tetragonal zirconia policristal (Y-TZP), estabilizado a través del agregado de óxido de itrio (Y_2O_3).
- Zirconia parcialmente estabilizada, estabilizado a través del agregado de óxido de magnesio u óxido de calcio (MgO , CaO). (Bueno Cancino et al., 2019)

Hoy en día, el zirconio empleado en Odontología se presenta en forma de Y-TZP (óxido de circonio tetragonal parcialmente estabilizado con itrio), que al oxidarse se convierte en una cerámica. La composición química varía según la casa comercial, pero, en general, está compuesta por un 95% de óxido de circonio y un 5% de óxido de itrio. En la actualidad existen muchos sistemas compuestos por óxido de circonio, entre los que cabe destacar: Lava™ All Ceramic System (3M ESPE), Cercon® (Dentsply- DeguDent), NobelProcera® Zirconia (Nobel Biocare), In-Ceram® YZ (VITA) o IPS e.max® ZIRCAD (Ivoclar). La cerámica de óxido de zirconia tiene como principal característica su elevada tenacidad o resistencia a la deformación. Esto se debe a la existencia de una microestructura que es totalmente cristalina y gracias a sufrir un fenómeno o mecanismo de refuerzo

denominado transformación por endurecimiento. Dicho fenómeno sucede cuando, tras producirse una grieta en la superficie del material (microfisuras de Griffith), ésta se propaga en su longitud a causa de la flexión y la humedad. Al mismo tiempo, la presión que genera la evolución de las microgrietas libera la energía suficiente para cambiar la cristalización del circonio y éste pasa de su organización cristalina tetragonal a una estructura monoclinica, que presenta un volumen de un 3-5% mayor. En última instancia, este aumento de volumen incrementará la presión en el vértice de la fisura frenando su evolución. (Peláez Rico, 2010)

Zirconia En Odontología Restauradora

La zirconia es un material de resistencia a la fractura con excelentes propiedades mecánicas y considerado biotolerable, que brinda una resistencia a la flexión que supera los 900-1200 MPa, valores dos o tres veces mayor que las fuerzas de masticación máxima (200 a 400 N en anteriores y hasta 600 N en posteriores), siendo mayor su resistencia a la flexión de todos los materiales cerámicos desarrollados previamente para la odontología. (Bueno Cancino et al., 2019)

De esta manera la zirconia se ha introducido para uso dental como material principal para dentaduras parciales fijas convencionales y adheridas con resina y coronas de cobertura completa debido a sus propiedades mecánicas mejoradas en comparación con las cerámicas más convencionales a base de disilicato de litio o alúmina. (Atsu et al., 2006)

Las restauraciones a base de zirconia se pueden adherir a la superficie dental, ya sea por medio de cementos convencionales (ionómero de vidrio o fosfato de zinc) o cementos resinosos (duales o autoadhesivos). Sin embargo, (Oba et al., 2014) mencionan que: “Los

cementos de resina son más preferidos porque tienen las ventajas de sellado marginal, buena retención y mejora de la resistencia a la fractura de los materiales cerámicos”.

Aplicaciones Clínicas De La Zirconia

El abanico de las aplicaciones modernas del óxido de zirconia abarca la fabricación de carillas, coronas de recubrimiento parcial y completo o prótesis parciales fijas, postes y/o muñones, coronas telescópicas primarias, implantes y pilares de implantes. Asimismo, también están disponibles comercialmente diferentes productos dentales auxiliares como, por ejemplo, fresas de corte y quirúrgicas, attaches extracoronales y brackets ortodóncicos. (Koutayas et al., 2010)

Estas excelentes características físicas han convertido a estos sistemas en los candidatos idóneos para elaborar prótesis cerámicas en zonas de alto compromiso mecánico. A este grupo pertenecen las cerámicas dentales de última generación: DC-Zircon® (DCS), Cercon® (Dentsply), In-Ceram® YZ (Vita), Procera® Zirconia (Nobel Biocare), Lava® (3M Espe), IPS e.max® ZirCAD (Ivoclar), etc. Al igual que las aluminosas de alta resistencia, estas cerámicas son muy opacas y por ello se emplean únicamente para fabricar el núcleo de la restauración, es decir, deben recubrirse con porcelanas convencionales para lograr una buena estética. El nuevo reto de la investigación es aumentar la fiabilidad de las actuales cerámicas monofásicas aluminosas y zirconiosas. Recientemente, se ha demostrado que la zirconia tetragonal metaestable en pequeñas proporciones (10-15%) refuerza la alúmina de forma significativa. Estos composites altamente sinterizados alcanzan unos valores de tenacidad y de tensión umbral mayores que los conseguidos por la alúmina y la zirconia de forma individual. Además, tienen una adecuada dureza y una gran

estabilidad química. Así pues, estos biomateriales de alúmina-zirconia se presentan como una alternativa a tener en cuenta en el futuro para la confección de restauraciones cerámicas. (Martínez Rus et al., 2007) Para el autor de la investigación, la zirconia dependiendo el área de aplicación, se considera una de las cerámicas de elección para material sustitutivo de restauraciones metálicas en odontología, con una gama de aplicación muy diversa. Durante un tiempo relativamente largo, fue denominado incluso “acero cerámico”.

Ventajas

Las principales ventajas de la zirconia como material son:

- Máxima estética gracias a una transmisión natural de la luz.
- Forma y color adaptable de forma individualizada de cada paciente.
- Elevada resistencia a la flexión.
- Excelente biocompatibilidad.
- Resistencia a largo plazo. (Villamar et al., 2017)

Desventajas

No obstante, el zirconio no está exenta de problemas, entre ellos podemos mencionar:

- La atenuación espontánea (va a estar relacionada con la modificación hidrotérmica).
- Ocurre un proceso de estrés el cual está derivado del desarrollo fabricación.
- Su baja conductividad térmica hace que por lo general no exista ningún tipo de sensibilidad a los cambios térmicos (a diferencia de los metales). (Vilarrubí et al., 2011)

Tipos De Zirconia

Hoy en día existe una amplia variedad de sistemas cerámicos a base de zirconia, pero solo se utilizan tres en odontología. Es así que tenemos a:

- Policristales de zirconia tetragonal con óxido de itrio (Y-TZP),
- Zirconia parcialmente estabilizada reforzada con óxido de magnesio (Mg-PSZ)
- Alúmina reforzada con zirconia (ZTA). (Denry & Kelly, 2008)

Por su parte, (Echeverri Palomino & Garzón Rayo, 2013) nos menciona que: “De los tres tipos de cerámicas con base en zirconia, el Y-TZP es la forma más utilizada en odontología por su alta resistencia flexural reportada en un rango de 900 a 1.200 Mpa”.

Y-TZP. Y-TZP está disponible en odontología para la fabricación de coronas dentales y prótesis parciales fijas. Las restauraciones se procesan mediante un mecanizado suave de piezas en bruto presinterizadas seguido de sinterización a alta temperatura, o mediante un mecanizado duro de bloques completamente sinterizados. (Filser et al., 2003)

En el estudio realizado por otros autores menciona que:

Las propiedades mecánicas de Y-TZP dependen en gran medida de su tamaño de grano. Por encima de un tamaño de grano crítico, Y-TZP es menos estable y más susceptible a la transformación $t \rightarrow m$ espontánea, mientras que los tamaños de grano más pequeños ($<1 \mu m$) se asocian con una tasa de transformación más baja. Además, por debajo de un determinado tamaño de grano ($\sim 0,2 \mu m$), la transformación no es posible, lo que reduce la tenacidad a la fractura. En consecuencia, las condiciones de sinterización tienen un fuerte impacto tanto en la

estabilidad como en las propiedades mecánicas del producto final, ya que dictan el tamaño de grano. Las temperaturas de sinterización más altas y los tiempos de sinterización más largos conducen a tamaños de grano más grandes.

El Y-TZP actualmente disponible para el mecanizado suave de restauraciones dentales utiliza temperaturas de sinterización finales que varían entre 1350 y 1550 °C, según el fabricante. Por lo tanto, es probable que este rango bastante amplio de temperaturas de sinterización influya en el tamaño de grano y, posteriormente, en la estabilidad de fase de Y-TZP para aplicaciones dentales.

La mayoría de los fabricantes de piezas en bruto Y-TZP para aplicaciones dentales no recomiendan el esmerilado o el pulido con chorro de arena para evitar tanto la transformación $t \rightarrow m$ como la formación de defectos superficiales que podrían ser perjudiciales para el rendimiento a largo plazo, a pesar del aparente aumento de resistencia debido al compresivo inducido por transformación destacada. (Denry & Kelly, 2008)

Por el contrario los autores (Guazzato, Albakry, Quach, et al., 2004) demuestran que: “Las restauraciones producidas mediante el mecanizado duro de bloques de Y-TZP totalmente sinterizados contienen una cantidad significativa de zirconia monoclinica”.

Para resumir, de acuerdo a la bibliografía consultada, el autor de este trabajo acota que inclusive si la resistencia elevada puede parecer una ventaja beneficiosa para las aplicaciones en odontología, también no hay que dejar atrás el rendimiento y durabilidad a largo plazo.

Zirconia Parcialmente Estabilizada Con Óxido De Magnesio Mg PSZ. Aunque se ha dedicado una cantidad considerable de investigación a zirconia parcialmente estabilizada con Magnesio (Mg-PSZ) para posibles aplicaciones biomédicas, este material no ha sido exitoso debido principalmente a la presencia de porosidad, asociada con un gran tamaño de grano (30-60 m) que puede inducir al desgaste. La microestructura consiste en precipitados tetragonales dentro de una matriz de zirconia estabilizada cúbica. La cantidad de MgO en la composición de los materiales comerciales suele oscilar entre el 8 y el 10% en moles. Además de una alta temperatura de sinterización (entre 1680 y 1800 °C), el ciclo de enfriamiento debe ser estrictamente controlado, particularmente en la etapa de envejecimiento con una temperatura preferida de 1100 °C. (Denry & Kelly, 2008)

Por otro lado, autores difieren con que: “Esto puede resultar en propiedades mecánicas más bajas y un material menos estable. Denzir-M® (Dentronic AB) es un ejemplo de cerámica Mg-PSZ actualmente disponible para el mecanizado duro de restauraciones dentales”. (Sundh & Sjögren, 2006)

Zirconia Reforzada Con Alúmina ZTA. Otro enfoque para utilizar ventajosamente la capacidad de transformación inducida por tensión de la zirconia es combinarla con una matriz de alúmina, lo que conduce a una alúmina endurecida con zirconia (ZTA). Un producto dental disponible comercialmente, In-Ceram® Zirconia® (Vident™, Brea, CA), se desarrolló agregando 33% en volumen de zirconia estabilizada con 12 mol% de ceria (12Ce-TZP) a In-Ceram® Alumina®. (Guazzato, Albakry, Quach, et al., 2004)

In-Ceram® Zirconia® se puede procesar mediante fundición deslizante o mecanizado suave. La sinterización inicial tiene lugar a 1100 °C durante 2 h, antes de que este compuesto cerámico poroso sea infiltrado con vidrio. La fase vítrea representa aproximadamente el 23% del producto final. Sin embargo, la cantidad de porosidad es mayor que la del Y-TZP sinterizado y comprende entre un 8 y un 11%. (Guazzato, Albakry, Ringer, et al., 2004)

Esto explica parcialmente las propiedades mecánicas generalmente más bajas de In-Ceram® Zirconia® en comparación con las cerámicas Y-TZP. Sin embargo, debe señalarse que las cerámicas Ce-TZP generalmente exhiben una mejor estabilidad térmica y resistencia a la degradación a baja temperatura que Y-TZP en condiciones similares de termociclado o envejecimiento. Se cree que In-Ceram® Zirconia® para mecanizado exhibe mejores propiedades mecánicas debido a un procesamiento más consistente en comparación con la cerámica de colada deslizante. (Denry & Kelly, 2008)

Zirconia Translúcida. Autores detallan características mejoradas de este nuevo material, así como:

La zirconia translúcida es una de las nuevas opciones de cerámicas a base de zirconia para su aplicación en odontología, el mismo que intenta sustituir al clásico 3Y-TZP en los casos clínicos en donde la estética en conjunto con la resistencia sean una exigencia demandante a la hora de rehabilitar piezas dentarias del sector anterior y posterior.

Como se mencionó anteriormente, existen tipos de zirconia disponibles para uso en odontología restauradora, que incluyen zirconia parcialmente estabilizada (PSZ), policristal de zirconia tetragonal (TZP), alúmina endurecida con zirconia (ZTA) y zirconia estabilizada completamente cúbica (CSZ).

La primera versión de zirconia convencional, uno de los materiales cerámicos dentales más utilizados, fue la fase cristalina tetragonal de alta resistencia, estabilizada con 3% mol de itria (3Y-TZP) y mejorada con 0,25% de alúmina, para minimizar la baja degradación de la temperatura. (Tong et al., 2016)

A manera de acotación, el autor de este trabajo menciona que la zirconia convencional Y-TZP posee una dureza excelente, pero su translucidez es pobre. Es por eso, que han surgido nuevas alternativas translúcidas de zirconia con características ópticas mejoradas.

Métodos Sugeridos Para Aumentar La Translucidez De La Zirconia. Uno de los métodos para aumentar la translucidez de la zirconia consistió en disminuir el contenido de alúmina por debajo del 0,05%, lo que no influyó significativamente en las propiedades mecánicas del material. Sin embargo, no se ha generado ningún aumento importante de la translucidez con este proceso. (Harada et al., 2016)

El tamaño de grano y las temperaturas de sinterización también influyen en la translucidez de la zirconia. El tamaño y la forma del grano se asocia con un retraso en la degradación a baja temperatura causado por la inhibición de la transformación de la fase tetragonal a la fase monoclinica, con consecuencias sobre la translucidez y las propiedades mecánicas (Li & Watanabe, 1998)

Debido a su naturaleza birrefringente, la zirconia tetragonal tiene una alta opacidad. El índice de refracción es anisotrópico en diferentes direcciones cristalográficas, induciendo fenómenos de reflexión y refracción en los límites de los granos y reduciendo la transmitancia de la luz. Por lo tanto, un nuevo enfoque para aumentar la translucidez de la zirconia fue desarrollar un material de zirconia cúbica isotrópica, que disminuye la dispersión de luz de los límites de grano birrefringentes. (Y. Zhang, 2014)

Esto se logró mediante el uso de un porcentaje aumentado de partículas de itria para estabilizar la composición de la zirconia, lo que resultó en una fase de zirconia cristalina cúbica del 10 al 15% interpuesta con la fase tetragonal. (Harada et al., 2016)

Para disminuir la dispersión de la luz y, con esto, para ganar translucidez, el tamaño de grano de la zirconia translúcida debe ser menor que la longitud de onda visible, que está en el rango de 400-700 nm. La translucidez aumenta al mantener un tamaño de grano de

zirconia pequeño, idealmente por debajo de 100 nm, y al eliminar defectos como las partículas de oxígeno y los poros. (Y. Zhang, 2014)

Sin embargo, tamaños de grano extremadamente pequeños (en el rango de 200 nm) pueden afectar el mecanismo de endurecimiento por transformación de la zirconia. Esto produciría una disminución de la fuerza y la resistencia a la fractura de la zirconia translúcida. (Denry & Kelly, 2008)

(Manziuc et al., 2019) argumenta que para aumentar la translucidez de la zirconia, los poros residuales y las impurezas tuvieron que reducirse porque representan volúmenes con diferencias en el índice de refracción que llevaron a la dispersión óptica en la superficie de la zirconia, lo que resultó en una reducción de la translucidez. Los poros y la densidad de los poros tienen una gran influencia en la dispersión de la luz en las cerámicas de zirconia, principalmente cuando son comparables en tamaño con las longitudes de onda de la luz visible (400-700 nm). Debido al tamaño de poro típico (en el rango de 200-400 nm) y la densidad de poro (0,05%), la cerámica de zirconia convencional tiene un aspecto de translucidez deficiente. La zirconia translúcida muestra una mínima porosidad nanométrica.

Propiedades Mecánicas De La Zirconia Translúcida. La nueva zirconia translúcida tiene una estructura molecular diferente a la de una zirconia convencional, lo que da lugar también a variaciones de las propiedades físicas: resistencia a la flexión y resistencia a la fractura. La zirconia cúbica tiene menor resistencia a la flexión (que varía entre 600 y 800 MPa) que la zirconia tetragonal (que es de 1000-1200 MPa); se puede afirmar que su resistencia a la flexión es superior a la del disilicato de litio IPS e.max (Ivoclar Vivadent) que es de 460 MPa, pero es inferior a la de la zirconia convencional. Sin embargo, la resistencia a la flexión de las restauraciones de zirconia translúcida monolítica es mayor que la de las cerámicas estratificadas.

La zirconia cúbica no tiene la capacidad de realizar una transformación de fase tetragonal a monoclinica como zirconia tetragonal. Cuando se inicia una fisura, la zirconia tetragonal sufre una transformación volumétrica interna que resulta en detener la propagación de la fisura, lo que no es el caso de la zirconia cúbica. Los cambios actuales en la formulación que dan como resultado una apariencia más estética no solo ha reducido la resistencia a la flexión de 1000 a 600 MPa, sino que también han eliminado el endurecimiento por transformación único que le da a la zirconia su tenacidad y resistencia a la fractura. (Manziuc et al., 2019)

Características Clínicas De Las Restauraciones Con Zirconia Translúcida.

Debido a su translucidez inherente, los sistemas de cerámica sin metal permiten a los dentistas y técnicos de laboratorio fabricar restauraciones que son similares a los dientes naturales. La translucidez se identificó como uno de los factores principales en el control de la estética, y esta propiedad es fundamental en la selección de materiales cerámicos. (Kelly et al., 1996)

Debido a su opacidad, la zirconia tenía como principal indicación las cofias, que se estratifican aún más con porcelana translúcida. En comparación con la cofia de las restauraciones de cerámica sobre metal, el núcleo de zirconia es blanquecino; la capa de cerámica puede ser más translúcida, permitiendo que el núcleo de zirconia se vea a través de ella. Sin embargo, un problema común de las cerámicas colocadas sobre una cofia es la alta tasa de astillado. El riesgo de rotura y astillado de la cerámica se redujo mediante la introducción de restauraciones monolíticas de circonio. Se afirma que las restauraciones de circonio monolítico requieren menos reducción de la estructura del diente en comparación con metal cerámica. La resistencia a la flexión y la tenacidad a la fractura de la zirconia monolítica reducen el potencial de astillado y fracturas. Sin embargo, la zirconia cúbica no está indicada para puentes posteriores con más de tres unidades. (Kwon et al., 2018)

Configuración y Resultado Óptico De Zirconia Monolítica en

Restauraciones. Como cualquier restauración moderna, las coronas parciales o completas monolíticas de zirconia tienen como objetivo mejorar la forma, función y color del diente. Se demostró que el grosor de la restauración afecta la transmisión de luz a través de la cerámica. Al reducir el grosor de la restauración, el material sería más translúcido y de aspecto natural, pero menos resistente a las fracturas. Por el contrario, al aumentar el espesor, se disminuiría la estética y la translucidez, pero se incrementaría la fuerza y la resistencia al estrés. Para uso clínico, el grosor de las restauraciones convencionales de zirconia monolítica podría considerarse de 0,5 a 0,75 mm. La nueva zirconia translúcida presenta propiedades mecánicas y un rendimiento estético favorables a 0,5-1 mm.

Autores aseguran que: “Las restauraciones de zirconia monolítica se pueden utilizar como alternativa a la zirconia con recubrimiento convencional, debido a sus propiedades mecánicas mejoradas incluso con un espesor mínimo”. (Manziuc et al., 2019)

La zirconia convencional tiene una excelente resistencia, pero su color es blanco y opaco como la tiza; para individualizar el color y la translucidez de un diente natural, se requieren importantes trabajos posteriores al fresado, como la estratificación de la porcelana feldespática. La introducción de bloques de zirconia translúcida, que se muelen directamente en restauraciones monolíticas, ha sido una de las innovaciones más desafiantes de la última década en odontología. Para las restauraciones cerámicas completas, es importante tener en cuenta también el color del diente a restaurar; en el caso

de una condición dicrómica, el material debe enmascarar el sustrato oscuro. En este sentido, los dientes sin decoloración se restauran mejor con una zirconia más translúcida, mientras que los dientes dicromáticos necesitarían una restauración cerámica de zirconia más opaca. La zirconia de alta translucidez está indicada para restauraciones delgadas y limitadas como carillas laminadas y coronas parciales. Este material puede ser apropiado para reemplazar el esmalte, sin un aumento innecesario del volumen dental. Sin embargo, debe evitarse demasiada translucidez porque la restauración puede aparecer grisáceo. (Corciolani et al., 2010)

La zirconia de translucidez media está indicada para el reemplazo de dentina, pero no se recomienda para el reemplazo de esmalte, y el proceso de recubrimiento será necesario para un buen resultado estético. La zirconia de baja translucidez podría estar indicada como material de núcleo para el reemplazo de dentina. La zirconia de alta opacidad puede estar indicada para enmascarar el pilar subyacente, como dientes descoloridos, pilares metálicos. Debido a su translucidez, el aspecto estético de la restauración de zirconio translúcido puede verse afectado por el fondo discrómico. Pero el color final de una restauración translúcida también se ve afectado por el material de cementación. (Vichi et al., 2014) (Karaagaclioglu & Yilmaz, 2008)

Sin embargo, para el autor de este trabajo señala que el grosor de la restauración de zirconia translúcida y el tono del cemento tendrían un efecto perceptible sobre el color final.

Configuración De Los Pilares Para Restauraciones Monolíticas De Zirconia.

Todas las restauraciones de cerámica tienen una apariencia estética óptima cuando la preparación del diente se realiza con precisión. Se trata de una preparación mínimamente invasiva, con la máxima preservación de la estructura dental natural restante. Para las restauraciones de cerámica sin metal convencionales, la reducción del diente para el espacio oclusal sería de 2 mm y para el espacio proximal y axial de 1,5 mm. (Milleding, 2014)

Sin embargo, para las restauraciones de zirconia monolítica se necesita un espacio libre de 0,5-1 mm, según una situación clínica específica. El diseño de la línea de acabado para una restauración monolítica de zirconia es un hombro redondeado o un chaflán ligero de 0,5 mm de ancho. (Nakamura et al., 2015)

Según (Rinke & Fischer, 2013) señala que el diseño de la estructura tiene una gran influencia en la resistencia a la fractura de un puente de circonio monolítico translúcido. Por tanto, para obtener la misma resistencia a la fractura, el área del conector de dos coronas de zirconia translúcida debe medir 9 mm², en comparación con el área del conector de las restauraciones de disilicato de litio de 16 mm².

Cementación De Restauraciones Monolíticas de Zirconia. Los cementos de resina son los materiales dentales más utilizados para la cementación de restauraciones cerámicas completas, debido a que poseen buena estética, baja solubilidad, alta resistencia y resistencia mecánica. Los cementos de resina de curado dual con grupos fosfato o carboxilato son la mejor opción para unir restauraciones de zirconia. Para aumentar la fuerza de unión, las coronas de zirconia se arenan, generalmente con partículas de óxido de aluminio.(Kwon et al., 2018)

En un estudio realizado por (McLaren et al., 2017) concluyeron que el pulido con chorro de arena de las restauraciones de zirconia cúbica con partículas de alúmina no debilita el material y se recomienda para una mayor fuerza de unión. También sugirió no pulir las coronas de zirconia cuando estén cementadas con cemento de ionómero de vidrio modificado con resina.

La cementación adhesiva con resina aumenta la resistencia de los materiales cerámicos y está muy indicada, para evitar fracturas, al cementar restauraciones de zirconia translúcida muy delgadas. También se sugiere usar un primer de zirconia para aumentar la fuerza de unión. (Blatz et al., 2016)

Sin embargo, debido a la translucidez de la restauración de zirconia translúcida, el color final puede verse afectado por el tono del agente cementante. El cemento en pasta de prueba puede ser muy útil a la hora de elegir el tono del material de cementación. (Ghodsi & Jafarian, 2018)

Cementación Convencional Vs Cementación Adhesiva

Al analizar la naturaleza química y las propiedades fisicomecánicas de la zirconia, surge el siguiente interrogante, ¿La cementación adhesiva, realmente ofrece mejores resultados de longevidad en las restauraciones de zirconia, con respecto a la cementación convencional? Aunque bien es cierto que esta cerámica de alta resistencia no puede pasar por un proceso de grabado ácido ni ser adherida fácilmente, hay quienes afirman que esta situación no se presenta como una desventaja absoluta, pues contando con una buena preparación dental que genere la adecuada resistencia mecánica y forma de retención, son susceptibles de ser cementadas por métodos convencionales. (Echeverri Palomino & Garzón Rayo, 2013)

Los autores (Raigrodski et al., 2006) destacaron como una ventaja, la posibilidad de cementar restauraciones completamente cerámicas como las de estructuras en zirconia, por métodos convencionales sin comprometer su longevidad, especialmente en situaciones en las cuales la línea terminal está colocada dentro del surco, ya sea en busca de estética, por la necesidad de obtener una forma de retención y resistencia, por caries extendida o por una restauración preexistente. Explica que esta situación puede expandir el armamento de la odontología restaurativa y proveer una restauración cerámica predecible.

Por su parte (W. Zhang et al., 2010) investigó si se puede obtener una unión estable entre el cemento de ionómero de vidrio reforzado con resina y la cerámica de zirconia usando muestras de discos con tratamientos de superficie que incluye la abrasión de partículas transportadas por aire. Se usaron RelyX Luting [3M ESPE] y Fuji Plus [GC] y un

cemento de resina (Panavia F, Kuraray) como grupo de control. Se realizó una prueba de resistencia al cizallamiento para medir la resistencia de la unión y termociclado. La resistencia de unión al cizallamiento inicial (en 24 horas) de los dos cementos de ionómero de vidrio reforzados con resina a la cerámica de zirconia fue de 17,33 $\pm$ 3,53 MPa y 16,68 $\pm$ 2,76 MPa, y se redujo significativamente a 7,62 $\pm$ 2,17 MPa y 4,65 $\pm$ 2,02 MPa después del termociclado. En el grupo de control, la resistencia de la unión al cizallamiento inicial fue 26,25 $\pm$ 5,61 MPa, y no hubo una disminución obvia después del termociclado. La falla de unión de los cementos de ionómero de vidrio reforzados con resina se debió principalmente a fallas de adherencia entre el cemento y la cerámica. Es de esta manera que se concluye que el cemento de ionómero de vidrio reforzado con resina no pudo ofrecer una unión estable a la cerámica de zirconia arenada después del termociclado, y no hubo unión química o mecánica duradera entre el cemento de ionómero de vidrio reforzado con resina y la cerámica de zirconia.

De la misma manera (Ríos Szalay et al., 2017) sustentan en su estudio que tiene como objetivo comparar la resistencia al desplazamiento de cuatro agentes cementantes. Se evaluaron cuatro agentes cementantes, tres de ellos resinosos autoadhesivos de polimerización dual y con contenido de MDP (10-metacriloxidecil dihidrógeno fosfato) y un ionómero de vidrio convencional. Se realizaron 40 muestras de zirconia parcialmente estabilizada con itrio, se dividieron en cuatro grupos, cada uno de ellos fue tratado de acuerdo con las indicaciones del fabricante del cemento a estudiar, se realizaron las muestras, se almacenaron en humedad al 100% en una cámara a una temperatura de 37 °C durante 24 horas para después ser sometidas a pruebas mecánicas de desprendimiento por

cizallamiento a una velocidad de 1 mm por minuto en la máquina universal de pruebas mecánicas. Las muestras de ionómero de vidrio fracasaron antes de ser llevadas a la máquina universal, entre los otros tres cementos no existe diferencia estadísticamente significativa. La capacidad de adhesión de ionómero de vidrio a la zirconia es nula o muy baja. Igualmente, los cementos resinosos que contengan en su fórmula MDP, ya sea en su agente de acoplamiento o en la fórmula misma de los cementos, son en la actualidad la mejor alternativa para incrementar la adhesión a una superficie de zirconia.

Se ha reportado que las restauraciones cerámicas cementadas adhesivamente a la dentina en comparación con las cementadas de forma mecánico-retentivas son más resistentes. La cementación adhesiva mejora la longevidad de las restauraciones cerámicas y que los cementos resinosos presentan una excelente habilidad para minimizar la filtración de las coronas completamente cerámicas. (Echeverri Palomino & Garzón Rayo, 2013)

Adhesión a Zirconia

El principal desafío reside en el hecho de que las cerámicas altamente cristalinas resisten las técnicas de grabado convencionales. Los métodos clásicos de rugosidad de la superficie (abrasión por partículas en suspensión) sólo pueden producir un leve engrosamiento de la superficie de zirconia y es posible que no siempre se logre una resistencia de unión confiable de la resina. Como resultado, se ha producido una gran cantidad de literatura y se han desarrollado estrategias adhesivas innovadoras que combinan nuevos procedimientos de rugosidad de la superficie, tratamientos con láser y unión química. (Magne et al., 2010)

La zirconia es una cerámica ácido resistente, a diferencia de las porcelanas vítreas, no reacciona ante el grabado ácido y es bastante inestable ante cambios térmicos y mecánicos. Los protocolos tradicionales de grabado ácido con ácido fluorhídrico y silanización utilizados para adherir otras estructuras cerámicas a la estructura dental no son aplicables con la zirconia, ya que hay ausencia de matriz vítrea y su naturaleza es relativamente inerte, lo que la convierte en una superficie de baja reactividad. (Ríos Szalay et al., 2017)

La unión química a la cerámica de zirconia implica el uso de varios acopladores. El uso de un agente de acoplamiento de silano en combinación con el arenado con óxido de aluminio presenta baja fuerza de unión, que se espera dada la ausencia de sílice en el sustrato. Por otra parte, el recubrimiento de sílice triboquímico permite una base de alúmina de alta resistencia y cerámicas a base de zirconia para ser químicamente más reactivo a la resina a través de agentes de acoplamiento de silano produciendo aumento de los valores de la fuerza de unión de la resina. La asociación de abrasión por partículas en suspensión (óxido de aluminio o revestimiento de sílice) y agentes de imprimación / selladores que contienen fosfato éster monómero 10-metacriloiloxidocil dihidrogenofosfato (MDP) y agente acoplador de zirconia también se ha sugerido. La presencia de otros ácidos monómeros tales como anhídrido 4-metacriloxietil trimelítico (4-META) y metacrilato de ácido tiofosfórico (MEPS) permite un enlace químico adicional con circonio / metal óxidos. Un nuevo enfoque es utilizar una mezcla de monómeros de organofosfato y ácido carboxílico en forma de un agente de imprimación fotopolimerizable. (Magne et al., 2010)

Los denominados sistemas adhesivos universales o agentes de unión universales, diseñados para poder adherirse a diferentes sustratos (incluida la cerámica y metal), han entrado recientemente en el mercado. Esta capacidad de unión expandida es sugerida por su composición, que incluye monómeros funcionales que contienen fosfato (MDP) similares a los que se encuentran en los primers de zirconia. (Dos Santos et al., 2019)

No existen a la fecha estudios que soporten la efectividad y durabilidad de los nuevos protocolos propuestos para generar rugosidad (arenado, triboquímica, perlas de porcelana, spray de plasma) y activar químicamente la superficie de zirconia (silanización, acrilizado, vaporización de tetracloruro de silicio, cementos y silanos MDP). El uso del arenado con micropartículas de óxido de aluminio (50-110 micras, 2 a 3 bares de presión, 3 a 4 cm de distancia) junto con agentes cementantes que contienen monómeros fosfatados (MDP), son quizá, la técnica más utilizada para cementar restauraciones de zirconia. Se ha demostrado que los cementos que contengan monómero tienen una afinidad especial con los óxidos metálicos como de dióxido de zirconia, alúmina y metal. (Ríos Szalay et al., 2017)

Unión Micromecánica a La Zirconia

La supervivencia de las restauraciones Y-TZP depende, entre otros aspectos, de la durabilidad de las interfaces adheridas, que son los componentes más débiles de estas restauraciones. En un intento de superar las limitaciones de las interfaces adheridas, comúnmente se emplean procedimientos de acondicionamiento de superficies basados en protocolos de abrasión de partículas aerotransportadas, ya que este procedimiento limpia la superficie cerámica, elimina impurezas, aumenta la rugosidad de la superficie y modifica la

energía y humectabilidad de la superficie. Los protocolos de abrasión implican impactar la superficie objetivo con partículas duras a altas velocidades, lo que hace que el material se mueva y deje una superficie rugosa con una mayor humectabilidad esperada. Se ha demostrado que los protocolos de abrasión por partículas en suspensión aplicados a las superficies Y-TZP inducen tensiones residuales de compresión protectoras de la transformación de fase $t \rightarrow m$, aumentando así inicialmente la resistencia a la flexión. Sin embargo, se ha demostrado que los tratamientos superficiales que generan tensión alteran la estabilidad estructural, aumentan la susceptibilidad a la degradación a largo plazo y promueven grietas y daños en la zona cercana a la superficie en las cerámicas. Aunque los protocolos de abrasión se utilizan ampliamente en la práctica clínica, los informes de la literatura actual sobre los efectos sobre las propiedades mecánicas y la estabilidad estructural de Y-TZP siguen sin estar claros. (Aurélio et al., 2016)

Aunque se han descrito recientemente varios tratamientos superficiales, la selección del protocolo más apropiado de abrasión por partículas en el aire para Y-TZ sigue siendo controvertida. Además, no se pudo encontrar literatura que describa la transformación de fase del óxido de circonio monolítico bajo varios protocolos de abrasión de partículas en el aire. Por lo tanto, es necesario determinar el protocolo óptimo para la abrasión de partículas en el aire para la restauración del óxido de circonio monolítico, a fin de lograr consistentemente un resultado clínico favorable. (Moon et al., 2016)

Arenado Con Partículas De Óxido De Aluminio. Las restauraciones cerámicas de policristal de circonio tetragonal (YTZP) parcialmente estabilizado con itria se utilizaron ampliamente en la práctica clínica debido al potencial estético de Y-TZP, excelente biocompatibilidad, baja conductividad térmica, y propiedades mecánicas mejoradas. Sin embargo, a pesar de estas atractivas características, la zirconia es un material inerte y químicamente estable con poca superficie reactiva. Por tanto, en situaciones de mínima retención, se requiere un tratamiento superficial de zirconia para mejorar la adherencia con cementos resinosos, que son los materiales más adecuados por sus mejoradas propiedades mecánicas. Los fabricantes habían recomendado inicialmente el uso de cementos convencionales, como fosfato de zinc o cementos de ionómero de vidrio modificados con resina, para cementar restauraciones de circonio. Sin embargo, se ha demostrado que la cementación adhesiva aumenta la resistencia a la fractura y la resistencia a la fatiga y mejora la longevidad de restauraciones cerámicas además de sellar los defectos de la superficie interna creados por la abrasión de partículas en el aire. Lograr una adhesión confiable a las cerámicas a base de zirconia expandiría aún más la aplicación de este material. Sin embargo, requiere tratamientos superficiales basados en tratamientos físicos y / o químicos, como imprimaciones dedicadas a la abrasión por aire y al óxido de circonio, que promoverán la interacción entre la zirconia y el sustrato de cementación. (Grasel et al., 2018)

Para realizar este procedimiento, se pueden utilizar diferentes tamaños de partículas de alúmina (25-250 μm) y composiciones (partículas recubiertas de alúmina o sílice), y

estas variaciones pueden influir en el rendimiento de la unión en la interfaz de cemento de resina / zirconia. (Martins et al., 2019)

Los sistemas de abrasión por aire se basan en la deposición de diferentes tipos y tamaños de partículas que oscilan entre 30 μm y 250 μm . El proceso de abrasión elimina las capas sueltas contaminadas superiores y la superficie rugosa proporciona cierto nivel de retención mecánica con el cemento de resina adhesivo. (Turp et al., 2013)

Aparte de las características de las partículas, el momento en el que se realiza la abrasión por aire también puede afectar la fuerza de unión entre los cementos de zirconia y resina. Las estructuras de zirconia generalmente se desgastan con aire antes de la cementación, cuando la zirconia ya está sinterizada. La abrasión por aire induce la transformación de fase tetragonal a monoclinica alrededor de los defectos superficiales, evitando su propagación, e incluso aumenta la resistencia a corto plazo de la zirconia. Sin embargo, a medio y largo plazo, la carga cíclica y la humedad (baja degradación por temperatura) favorecen el crecimiento de las microfisuras hacia la mayor parte de la zirconia, disminuyendo su resistencia. Por lo tanto, una opción sería realizar la abrasión por aire antes de sinterizar la estructura de zirconia. Con esta modificación, el proceso de sinterización, además de poner a cero la fase monoclinica, podría sellar o, al menos, contener herméticamente las microfisuras creadas por el impacto de las partículas, como consecuencia de la contracción inducida por la sinterización. Estudios han demostrado que la abrasión por aire de partículas promueve la mejora de la unión de la resina a la zirconia, pero estudios previos informaron que este tratamiento crea microfisuras superficiales y defectos que pueden dañar las propiedades mecánicas del material. Por lo tanto, se ha

estudiado el uso de imprimaciones de zirconia como sustituto de la abrasión por aire para promover la unión química a zirconia a través de monómeros de fosfato sin unión mecánica. (Grasel et al., 2018)

Por otro lado (Turp et al., 2013) sustenta en su estudio que tuvo como objetivo evaluar el efecto del tamaño de partícula y la duración de la deposición de la abrasión de partículas de aire sobre las propiedades de la superficie y la microestructura de la zirconia. Las muestras se dividieron en cuatro grupos ($n = 21$): (1) abrasión de partículas de aire con agente de recubrimiento por chorro de arena CoJet de $30\text{ }\mu\text{m}$ (CoJet, 3M ESPE); (2) partículas de $50\text{ }\mu\text{m}$ de Al_2O_3 ; (3) partículas de $110\text{ }\mu\text{m}$ de Al_2O_3 ; y (4) $250\text{ }\mu\text{m}$ Al_2O_3 partículas. Cada grupo se dividió en tres subgrupos cada uno y se trató durante 5 segundos, 15 segundos y 30 segundos. La abrasión por partículas de aire con partículas de $250\text{ }\mu\text{m}$ de Al_2O_3 durante 30 segundos tuvo la mayor rugosidad superficial ($p < 0,001$) y una cantidad significativamente mayor de fase monoclinica en comparación con la abrasión por partículas de aire con partículas de $30\text{ }\mu\text{m}$, $50\text{ }\mu\text{m}$ y $110\text{ }\mu\text{m}$ ($p < 0,001$). La duración y el tamaño de las partículas de la abrasión por partículas de aire afectan la rugosidad y la transformación de fase de Y - TZP. Los tiempos de tratamiento más prolongados con partículas más grandes pueden provocar la degradación del material.

Recubrimiento Con Partículas De Óxido De Sílice (Triboquímica). El

revestimiento triboquímico de sílice se ha recomendado como una técnica fiable para mejorar la fuerza de unión entre Y-TZP y la estructura dental subyacente. Esta técnica implica chorrear la superficie de Y-TZP con 30 μm de partículas de alúmina incrustadas en sílice. Durante la voladura, las altas temperaturas son producidas por la energía del impacto (triboplasma), dando como resultado una superficie rica en sílice capaz de ser anclada triboquímicamente. Triboquímica significa la creación de una reacción química entre el sustrato y la capa depositada mediante el uso de energía mecánica. Se promueve un enlace químico mediante la silanización de la superficie de zirconia depositada con sílice, cuando se forma un enlace covalente entre los grupos alcoxi del grupo 3Si de la unidad silanol (RO) y la capa de sílice reactiva. (Lima et al., 2019)

Este método no solo proporciona la superficie de sílice para la silanización, sino que también provoca una retención micrométrica. Sin embargo, la literatura muestra que el chorro de arena con partículas de alúmina recubiertas de sílice causa estrés en el policristal de zirconia tetragonal estabilizado con itria (Y-TZP) debido a una disminución en la temperatura de degradación de la zirconia mientras que la fase tetragonal se transforma en forma monoclinica. (Zarandi et al., 2020)

El revestimiento de sílice de las superficies de zirconia proporciona una capa rica en sílice para que se pueda aplicar un agente de acoplamiento de silano para la unión química de la cerámica al cemento de resina. Los cementos de resina que contienen MDP tienen monómeros ácidos que hidrolizan rápidamente los agentes de acoplamiento de silano, produciendo los enlaces de siloxano necesarios para la unión química. Al mejorar la unión

de polisiloxano producida por la naturaleza ácida del MDP, se puede obtener una mejor retención de los cementos de resina a la zirconia. (Mahmoodi et al., 2016)

Un agente de acoplamiento de silano contiene dos grupos funcionales diferentes que pueden conectar los monómeros de resina y los sustratos inorgánicos. Sin embargo, este método de tratamiento de superficie de zirconia induce daño subsuperficial que afecta las propiedades mecánicas de zirconia dental. (Lung et al., 2015)

Varios estudios han demostrado una mayor fuerza de unión inicial entre la zirconia y el cemento de resina después del recubrimiento triboquímico en comparación con el arenado de alúmina. Esto puede deberse al microenclavamiento promovido además de la adhesión química silano-sílice. Por el contrario, la eficacia a largo plazo del revestimiento de sílice triboquímica es cuestionable debido a la disminución significativa de la fuerza de unión mediada por silano-sílice a la zirconia después del envejecimiento. Se ha argumentado que la disminución de la fuerza de unión está relacionada con la inestabilidad de las superficies silanizadas en contacto con la humedad. También hay una clara falta de estudios clínicos que presenten un efecto positivo de la unión mediada por sílice sobre la estabilidad de las restauraciones a base de zirconia. Otra posible razón para la discrepancia de los resultados de la fuerza de unión reportados en la literatura es la falta de una guía de procedimiento. Por lo general, se recomienda limpiar la superficie interna de las restauraciones de zirconia arenado para eliminar polvo y cualquier agente explosivo residual. Los clínicos emplean convencionalmente una corriente de aire libre de aceite o un aerosol de aire / agua para eliminar las partículas sueltas, como recomiendan algunos fabricantes. (Lima et al., 2019)

Unión Química a La Zirconia

El éxito clínico de las restauraciones indirectas de policristal de zirconia tetragonal estabilizado con itrio (Y-TZP) de cerámica sin metal no solo depende del conocimiento y manejo correctos del material en sí, sino también del uso de un sistema adhesivo asociado con cemento a base de resina para proporcionar una unión satisfactoria del trabajo protésico a las estructuras dentales. (Llerena-Icochea et al., 2017)

En general, se considera que los métodos convencionales de cementación adhesiva, que incluyen el grabado ácido previo de la superficie de la cerámica con ácido fluorhídrico y una silanización adicional, no son eficaces para las cerámicas de zirconia debido a su falta de sílice y fase vítrea. Las moléculas de silano reaccionan con el agua para formar grupos silanol ($-\text{Si OH}$) a partir de grupos metoxi ($-\text{Si O CH}_3$) y los grupos silanol reaccionan con la superficie de sílice para formar un siloxano ($-\text{Si O Si O}-$). Por lo tanto, para lograr una unión aceptable entre la zirconia libre de sílice y el cemento de resina, se requieren métodos alternativos. (Taniş et al., 2015)

Por lo tanto, se han propuesto varios tratamientos superficiales para la cerámica de zirconia, como el pulido con óxido de aluminio, el recubrimiento triboquímico de sílice, la técnica de infiltración selectiva-grabado y la irradiación con láser de CO_2 . También se han desarrollado primers que contienen monómeros funcionales que promueven la unión a óxidos metálicos como la zirconia. La asociación de ambos métodos ha mostrado mejores resultados de fuerza de unión que su uso por separado. Por lo tanto, el pulido con óxido de aluminio seguido de la aplicación de primers de zirconia, así como el recubrimiento de sílice triboquímico seguido de silanización, son los dos métodos más populares para la

unión a cerámica de zirconia. Sin embargo, todavía se está debatiendo el protocolo clínico más adecuado para la cerámica de zirconia. (Ferreira da Silva et al., 2018)

Los primers que contienen 10-metacriloxidocil dihidrógeno fosfato (MDP) y monómeros de fosfato son primers que mejoran la fuerza de unión a la zirconia. Varios estudios de Tanis et al., Shine y col., Wang y col. y Ahn y Young informaron que el uso combinado de primer MDP y abrasión por aire mejoró la fuerza de unión de la cerámica de zirconia. Además, basándose en los hallazgos de una revisión sistemática de Tzanakakis et al, se concluyó que la abrasión por aire era obligatoria para la unión duradera de la resina a la cerámica de zirconia y los monómeros adhesivos son necesarios para la unión química. (Sharafeddin & Shoale, 2018)

Estudios han demostrado que se requieren monómeros 10-MDP para obtener la unión con materiales cerámicos policristalinos resistentes a los ácidos como la zirconia. Se ha sugerido que estos monómeros pueden interactuar con óxidos metálicos, permitiendo la unión química de óxidos cerámicos con o sin un agente de acoplamiento adicional. (Llerena-Icochea et al., 2017)

Efecto De La Saliva En La Unión Química De La Zirconia. En entornos clínicos, la contaminación salival o sanguínea durante la prueba de la restauración puede debilitar la fuerza de unión al cemento de resina. Convencionalmente, la limpieza con ácido fosfórico es una de las técnicas frecuentemente adaptadas para la limpieza intraoral de superficies de restauración de cerámica después de la prueba debido a su eficacia para eliminar los contaminantes de saliva presentes en las cerámicas a base de sílice.

Yang et al. también sugirieron que la aplicación de ácido fosfórico a la superficie de la restauración de cerámica de zirconia deja residuos de fósforo que perjudican la fuerza de unión al cemento de resina. Además, sugirieron que el uso de abrasión por aire o agentes de limpieza a base de circonio es eficaz para eliminar contaminantes. Actualmente, se han desarrollado nuevos agentes limpiadores para zirconia.

Se examinaron los efectos de la contaminación y los métodos de limpieza sobre la unión del cemento de resina autoadhesivo a las cerámicas de circonio. Las muestras de zirconia arenadas por partículas en el aire y se dividieron en los siguientes cuatro grupos: control (con), contaminado con saliva y limpiadas con agua del grifo (HS), se limpiaron con Ivoclean (IC) y se limpiaron con Multi Etchant (ME). Las muestras pretratadas se unieron utilizando tres cementos de resina autoadhesivos y se midieron las resistencias de la unión a la tracción utilizando una prueba universal. Los agentes de limpieza mejoraron el efecto adverso de la contaminación por saliva en la zirconia, pero este efecto varía según el

producto. La zirconia tiene un fuerte potencial de adsorción al fósforo. Dado que la fosfoproteína de la saliva se adsorbe fuertemente en la superficie de la zirconia, la contaminación de la saliva no se puede eliminar lavándola con agua. Por lo tanto, se recomienda limpiar con Ivoclean o arenado adicional. (Takahashi et al., 2018)

Monómero Funcional 10- MDP

En 1981 se presenta a la comunidad científica la cementación adhesiva de restauraciones indirectas mediante resinas que contenían 4 META y 10-MDP (Panavia, Kuraray, Tokio, Japón); dado sus altos valores adhesivos y longevidad llegó a constituir el gold standard de las cementaciones de restauraciones metálicas indirectas; ambos monómeros funcionales fueron utilizados por los mismos investigadores para el desarrollo del sistema adhesivo Clearfill SE Bond (Kuraray). La característica esencial de 10-MDP era la unión a iones metálicos de las restauraciones. (Moncada et al., 2014)

Cuando la patente de Kuraray expiró (2003) otros fabricantes comenzaron a explorar las ventajas de este monómero, como por ejemplo Bisco, 3M ESPE y VOCO entre otros. En 2009, Bisco introdujo al mercado el primer imprimante para zirconia (Z-Prime®) que incluyó 10-MDP en su composición. El año 2011 3M ESPE introdujo el primer adhesivo universal en la historia que contenía 10-MDP. Presentación comercial (Scotchbond Universal®). Al poco tiempo Bisco lanzó un adhesivo que incorporó a este mismo monómero, el cual corresponde a All Bond Universal®. (Jiménez & Andrés, 2015)

La aplicación de adhesivos dentarios autograbantes que contienen 10-metacriloxidecilmfosfato dihidrogenado supera la resistencia a la biodegradación de la interfase adhesiva de los sistemas tradicionales de grabado total. El mecanismo de acción se

basa en la formación de múltiples nanocapas de calcio unido a 2 moléculas 10-metacriloxidecilo fosfato dihidrogenado sobre la dentina; estas múltiples capas de 3,5 nm son las que protegerían las fibras colágenas del fenómeno de hidrólisis. Las nanocapas explicarían su alta estabilidad en el tiempo y la fortaleza de la unión, probadas tanto en estudios clínicos como de laboratorio. La interacción con la hidroxiapatita sucede con ácidos de pH bajos, pero mayores que los tradicionales, por lo que surge la necesidad de recomendar el grabado selectivo previo del esmalte. El uso de metacriloxidecilo fosfato dihidrogenado permite el cambio de filosofía adhesiva desde el grabado total a la integración adhesiva de la dentina. (Moncada et al., 2014)

Un estudio de (Dos Santos et al., 2019) nos demuestra la fuerza de adherencia a la zirconia sometida a diferentes tratamientos superficiales de adhesivos universales. Teniendo en cuenta, para la zirconia arenada, donde no hubo diferencia en la fuerza de unión entre los sistemas adhesivos utilizados y Z-Prime Plus, se puede esperar que en los casos de cofias de zirconia y coronas de zirconia de cobertura total, y tratada con la imprimación, se consigue un mejor asentamiento de la restauración, evitando fallos en la adaptación. Debido a que Z-Prime Plus no requiere fotopolimerización y forma una capa fina, esto sería beneficioso en relación con los sistemas adhesivos universales, ya que los adhesivos polimerizados podrían formar una capa gruesa, interfiriendo en la adaptación de la corona al diente, si los adhesivos universales no se fotopolimerizan, esto influirá en la resistencia, calidad y longevidad de la interfaz adhesiva.

Primers De Zirconio (Imprimadores)

Entre las diversas técnicas emergentes para unir resinas de dimetacrilato a estructuras de zirconia estabilizada con itrio (Y-TZP), se han introducido las imprimaciones de zirconia, que integran los conocimientos actuales sobre la unión de dentina y los avances en la unión a aleaciones de metales básicos y preciosos. La mayoría de estos agentes se basan en compuestos de fosfato, ya que se ha establecido que se pueden formar enlaces ZrOP estables entre zirconia y fosfato o soluciones de fosfonato, proporcionando un medio para injertar especies de fosfato en zirconia.

Los monómeros de fosfato funcionales con acrilato o metacrilato con una estructura hidrófoba se han considerado los agentes de acoplamiento más adecuados para superficies de zirconia basándose en los datos de resistencia de la unión obtenidos de varios estudios. Se ha informado de que los monómeros combinados de fosfato / ditona y fosfato / carboxilo producen un efecto sinérgico sobre la unión de la resina a la zirconia. Las imprimaciones de zirconia a base de fosfato se aplican normalmente sobre superficies endurecidas mecánicamente o pulidas con chorro de arena de alúmina, ya que para las superficies de zirconia revestidas triboquímicamente ricas en sílice están indicados los agentes de acoplamiento de silano. Sin embargo, en varios primers de silano modernos, los monómeros de fosfato han reemplazado a los medios ácidos no reactivos (es decir, ácido acético) requeridos para la hidrólisis catalizada por ácido de silanos, creando así primers universales para vidrio y cerámicas policristalinas. (Pilo et al., 2016)

Otro enfoque para mejorar la resistencia de la unión a la zirconia es desarrollar una interacción química entre la superficie de la zirconia y los monómeros de resina aplicados. Se ha descubierto que la incorporación de metacrilato de diglicidilo de bisfenol-A (Bis-GMA) a las primers de zirconia no tiene ningún efecto sobre el ángulo de contacto o la fuerza de unión entre la zirconia desgastada por el aire y la resina. Varios investigadores han utilizado el monómero de 10-metacriloiloxidadecildihidrogenofosfato (MDP) para este propósito, con una unión eficaz entre los grupos ácidos MDP (ácido fosfórico) y la capa de óxido de la zirconia. Se informaron altos valores de fuerza de unión inicial cuando se utilizó una resina que contenía MDP (Panavia F 2.0; Kuraray). Sin embargo, la unión disminuyó después del envejecimiento artificial de las muestras y se planteó la hipótesis de que la resina era excesivamente viscosa o la concentración de MDP en la resina era demasiado baja. Cuando se utilizó una imprimación que contenía MDP (Clearfil Ceramic Primer; Kuraray) junto con una resina que contenía MDP (Clearfil Esthetic Cement; Kuraray), se mantuvieron altos valores de fuerza de unión a la zirconia después del termociclado. (de Souza et al., 2014)

La literatura nos señala que hay dos tipos de primers para zirconio, los que son exclusivos para zirconio (Z Prime de BISCO, AZ Primer de Shofu) y otros que se pueden denominar primers universales, ya que sirven para cualquier tipo de cerámica (ClearFil Ceramic Primer de Kuraray, Monobond Plus de Ivoclar Vivadent). Existe un estudio que tuvo como objetivo determinar los valores de fuerza adhesiva en MPa ante fuerzas de cizallamiento entre el sustrato cerámico de óxido de zirconio tratado con partículas de óxido de aluminio de 110 μm y los diferentes primers cerámicos (Z Prime Plus, BISCO;

Clearfil Ceramic Primer, Kuraray; Monobond N, Ivoclar Vivadent; control). En primera instancia se detallaron los componentes de cada sustancia imprimante, es así que tenemos a:

- **Z Prime (BISCO):** Biphenyl dimethacrylate (BPDM) - 10- metacriloxidecil dihidrógeno fosfato (MDP) - Etanol – HEMA.
- **ClearFil Ceramic Primer (KURARAY):** 3-metacriloxipropil trimetoxi silano (3-MPS) - MDP – Etanol.
- **Monobond N (IVOCLAR VIVADENT):** 3-MPS - MDP - Sulfuro Metacrilato – Etanol. (Caballero Saavedra & Pulgar Silva, 2016)

Como segundo paso, la cerámica de óxido de zirconio presinterizado Ceramill zi (Amann Girrbach), se cortó mediante un micrótopo en diferentes trozos con dimensiones de 13mm x 7.5 mm x 2.5 mm, para posterior sinterizado en un horno de alta temperatura, posteriormente se llevó a sinterizar las muestras a 1740° por 12 horas. Todos los cuerpos de prueba fueron sometidos a arenado con partículas de óxido de aluminio (110 um) a una presión de 4 Bar, a 10 mm de distancia de la superficie del zirconio, durante 15 segundos. La superficie de cada bloque se limpió con ácido fosfórico al 37% durante 5 segundos, y se lavó con agua durante 15 segundos. Posteriormente fueron sometidos a limpieza ultrasónica en agua destilada por 4 minutos. Los cuerpos de prueba, como se mencionó anteriormente, fueron divididos en 4 grupos: Grupo I (ZPP): Este grupo luego del arenado, fue tratado químicamente con el primer Z prime Plus (BISCO). El primer fue aplicado en una capa uniforme sobre la superficie de la cerámica mediante un tip, y posteriormente se secó durante 3 segundos con jeringa triple. Grupo II (CFC): Este grupo luego del arenado, fue tratado químicamente con Clearfil Ceramic Primer (Kuraray). El primer fue aplicado en

una capa uniforme sobre superficie de la cerámica mediante un tip, posteriormente se secó durante 3 segundos con jeringa triple. Grupo III (MBN): Este grupo luego del arenado, fue tratado químicamente con Monobond N (Ivoclar Vivadent). El primer fue aplicado en una capa uniforme sobre superficie de la cerámica mediante un tip, posteriormente se secó durante 3 segundos con jeringa triple. Grupo IV (SP): Grupo control. Este grupo no recibió ningún tipo de tratamiento químico luego del arenado con partículas de óxido de aluminio. A todos los grupos se les incorporó un botón de Resina Flow ENA HRi confeccionado por un conformador ULTRADENT de 2,3 mm de diámetro. Posterior a esto, se dejaron durante 24 horas en agua destilada a una temperatura de 37°C. Luego de 24 horas, los especímenes fueron sometidos a test de cizallamiento para determinar la resistencia adhesiva en MPa de cada grupo y comparar los resultados. Si bien las fuerzas requeridas para desprender el botón de resina fueron registradas en Newtons, la medición de nuestra variable principal es en Megapascals (Mpa), por lo tanto, los resultados obtenidos en Newtons durante la prueba fueron convertidos a Mpa. Como resultados, la resistencia adhesiva media de los primers cerámicos utilizados fueron de $11,85 \pm 5,4$ MPa en el Grupo I (ZPP); $7,14 \pm 2,3$ MPa para el Grupo II (CFC) y de $10,42 \pm 4,9$ MPa en el Grupo III (MBN). El Grupo I (ZPP) y el Grupo III (MBN) obtuvieron mayores resistencias adhesivas medias que el Grupo II (CFC) ($p < 0,05$). Las mayores resistencias adhesivas promedio fueron logradas por el Grupo I (ZPP), sin embargo, no se observó diferencia estadística en la obtenida por el Grupo III (MBN). Concluyendo así que los agentes imprimantes con monómeros organofosfatados en su composición, fueron capaces de generar una resistencia adhesiva

entre el sustrato cerámico y el agente cementante que fue mayor en todos los casos al ser comparados con el grupo control. (Caballero Saavedra & Pulgar Silva, 2016)

Agentes Cementantes Para Zirconia

Se deben utilizar composites de curado dual o autocurado para asegurar una polimerización / conversión adecuada debajo de la restauración de zirconia, lo que reduce la transmisión de luz. Sin embargo, la zirconia muy translúcida transmite suficiente luz para que el tono del cemento o del agente cementante de resina compuesta influya en el aspecto final de dichas restauraciones. Por lo tanto, es muy recomendable verificar el aspecto anticipado con pastas de prueba y seleccionar el color de cemento más adecuado en función de la situación individual y el color del diente pilar. Para nuevos productos de zirconia altamente translúcidos con menor resistencia a la flexión, la unión adecuada es aún más importante y puede ser necesaria para restauraciones fabricadas con un espesor mínimo. Es obligatorio para restauraciones adheridas, como prótesis dentales fijas adheridas con resina, carillas laminadas e inlays / onlays, todas las cuales pueden fabricarse a partir de zirconio con una excelente longevidad, siempre que estén adheridas correctamente. (Blatz et al., 2016)

La cementación de las restauraciones de zirconio puede ser un proceso más simple en comparación con la entrega / cementación de otros sistemas de cerámica sin metal. El cemento de fosfato de zinc, el cemento de ionómero de vidrio (GIC), el GIC modificado con resina, el cemento de resina compuesta y el cemento de resina compuesta se han utilizado para la cementación de restauraciones de zirconia. (Dogan & Raigrodski, 2019)

Cementos De Fosfato de Zinc. Se ha informado pérdida de retención para restauraciones de cerámica sobre metal y cerámica sin metal, y puede ocurrir con más frecuencia en restauraciones cementadas con fosfato de zinc o Cementos de ionómero de vidrio en comparación con las restauraciones cementadas con cementos de resina compuesta. La elección del cemento puede afectar las tasas de supervivencia a largo plazo de las restauraciones si la forma de retención de la preparación del diente no es la ideal. Las altas tasas de pérdida de retención de coronas unitarias pueden estar relacionadas con el ángulo total de convergencia (es decir, conicidad) de la preparación del diente y la altura del pilar más que con el tipo de cemento. Los problemas más comunes asociados con los cementos de fosfato de zinc son zanjas en el margen de la restauración, fugas y caries secundaria. Aunque no se observó una correlación directa entre la caries secundaria y el tipo de cemento para las coronas a base de zirconia que fueron cementadas con composite-cemento de resina, GIC, cemento de fosfato de zinc o cemento temporal, la tasa de aflojamiento de la corona después de 3 años fue del 12,5% para el cemento de fosfato de zinc (Phosacem, Ivoclar Vivadent, ivoclarvivadent.com) y del 6,6% para el composite modificado autoadhesivo (RelyX TM Unicem, 3M Oral Care). (Dogan & Raigrodski, 2019)

Cementos De Ionómero De Vidrio Y Modificado Con Resina. Los GIC

(cementos de ionómero de vidrio) se utilizan principalmente para cementar restauraciones de metal colado y metal cerámico con una forma de retención y resistencia adecuada. Aunque su capacidad para adherirse químicamente a la superficie del diente hace que los GIC sean atractivos para la aplicación clínica, es posible que los GIC tradicionales no se consideren tan adecuados para las restauraciones cerámicas de alta resistencia como la zirconia debido a su baja resistencia y solubilidad en un ambiente húmedo en comparación con la resina. CIV modificados. Los puentes a base de zirconia que fueron fabricados con márgenes de zirconia y convencionalmente cementados con CIV modificado con resina (RelyX™ Luting, 3M Oral Care) tuvieron éxito a los 5 años de servicio clínico en términos de adaptación marginal y sin pérdida de retención o caries secundaria. Aunque las puntuaciones de microfiltración no mostraron diferencias estadísticas entre el cemento adhesivo-resina y el CIV modificado con resina para coronas de zirconia, los métodos adhesivos pueden proporcionar una mejor retención, mejorar la adaptación marginal y prevenir las microfiltraciones. (Dogan & Raigrodski, 2019)

Cementos De Resina Convencional De Curado Dual. Se ha demostrado clínicamente que la cementación adhesiva es un procedimiento adecuado para el asentamiento permanente de restauraciones indirectas. Sin embargo, el procedimiento de cementación adhesiva suele ser más sensible a la técnica que los procedimientos de cementación convencionales y requiere un protocolo clínico estricto. La cementación de zirconia con diferentes cementos de resina compuesta se promueve en diferentes estudios si las formas de retención y resistencia no son ideales. (Dogan & Raigrodski, 2019)

Los cementos de resina de curado dual convencionales están indicados para procedimientos de cementación porque tienen baja solubilidad, alta calidad mecánica y propiedades adhesivas. Las características de los cementos de polimerización dual son independientes y complementarias a las de los cementos químicos activados por luz, lo que los hace ideales para cavidades profundas como el conducto radicular. Hasta hace unos años, la mayoría de los sistemas adhesivos disponibles se aplicaban en un procedimiento de 3 pasos, que luego se combinaron en 2 pasos y, más recientemente, en un solo paso de aplicación de autograbado. Sin embargo, los monómeros resinosos ácidos presentes en la capa superficial de los sistemas de 2 pasos y de autograbado pueden debilitar la unión adhesiva a los adhesivos de dentina radicular, por lo que se produce un movimiento de agua, incluso en dentina tratada con raíz. Esto puede afectar adversamente el acoplamiento de cementos de resina de curado auto y dual. (da SILVA et al., 2011)

Cementos De Resina Autoadhesivos. Los cementos de resina autoadhesivos desarrollados recientemente no requieren un tratamiento previo de la dentina. Debido a que estos cementos no utilizan un sistema adhesivo, reducen drásticamente el número de pasos de aplicación, acortando el tiempo de tratamiento clínico y disminuyendo la sensibilidad de la técnica, ya que minimiza los errores de procedimiento a lo largo de las fases del tratamiento. Los cementos autoadhesivos contienen metacrilatos de ácido fosfórico multifuncionales que tienen fama de reaccionar con la hidroxiapatita del tejido dental duro. Sin embargo, algunos estudios sugieren que los cementos autoadhesivos tienen una capacidad limitada para difundir y descalcificar la dentina subyacente de manera efectiva. Algunas razones de esta limitación son: 1) alta viscosidad, que puede aumentar rápidamente después de las reacciones ácido-base, y 2) un efecto de neutralización que puede ocurrir durante el fraguado. (da SILVA et al., 2011)

En términos de unión, se ha recomendado el fosfato de 10-metacriloiloxidocil dihidrógeno (MDP) para mejorar la adhesión resina-zirconia. En los últimos años se han desarrollado muchos tipos de cemento autoadhesivo. El cemento autoadhesivo contiene un monómero funcional fosfato, como el MDP, y garantiza la unión a la estructura dental incluso sin tratamiento previo, mientras que su composición monomérica también parece reaccionar con los óxidos disponibles, promoviendo así una cierta adhesión química además del enclavamiento mecánico. (Takahashi et al., 2018)

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

Diseño y tipo de investigación

El diseño de esta investigación es bibliográfico ya que se expone de manera breve con fundamentación apoyada en muchas fuentes clásicas y actuales con referencia a los métodos de adhesión a zirconia.

Es en base descriptiva porque se analizará y describirá todos los materiales, procesos y protocolos de acondicionamiento para lograr adhesión a zirconia.

Métodos, técnicas e instrumentos

- Método histórico – lógico: Se emplea este método para comprender el origen, evolución y desarrollo a lo largo del tiempo de las técnicas de adhesión a zirconia.
- Método bibliográfico: Este método es adecuado para obtener y recopilar información de diversas fuentes y autores, por lo cual esta identifica y permite el acceso a documentos y/o artículos que contengan información científica acerca de las diferentes técnicas de adhesión a zirconia.

- Método descriptivo: Este método nos permite describir materiales y protocolos viables para lograr una buena unión química a la zirconia.
- Técnicas: compilación de información, revisión bibliográfica, análisis de las fuentes bibliográficas.

Procedimiento de la investigación

El proceso de la investigación inicia con el planteamiento del problema, seguido de la determinación de los objetivos y se plantean las bases fundamentales para la justificación. El marco teórico da inicio con la búsqueda sistemática de antecedentes, que nos permitan analizar y desarrollar la evolución del problema a través de los años en distintas regiones del mundo. Se recopilaron 80 fuentes científicas de las cuales 62 fueron aprobadas para el desarrollo de la fundamentación teórica, mientras que las otras 18 fueron excluidas porque no fueron relevantes en la persecución del objetivo en revisión. Se obtuvo como base un 54% de fuentes desde el año 2015 hasta el 2020, un 25% del año 2010 hasta el 2014, un 15% del año 2002 hasta el 2010 y un último 6% que corresponden a fuentes clásicas. Se utilizaron distintos buscadores científicos, así como: PubMed (33 artículos), ResearchGate (5 artículos), Elsevier (8 artículos), Scielo (6 artículos), Semantic Scholar (4 artículos), 4 tesis y 2 libros, restringidas por palabras clave y en idiomas español, inglés y portugués. A continuación, se analizó la información y se redactan los resultados. Finalizando, se plantean las conclusiones y recomendaciones cumpliendo con nuestros objetivos general y específicos.

Discusión De Los Resultados

En el artículo de (Raigrodski et al., 2006) destacaron como una ventaja, la posibilidad de cementar restauraciones completamente cerámicas como las de estructuras en zirconia, por métodos convencionales (cementación retentiva con ionómero de vidrio) sin comprometer su longevidad. Por su parte (W. Zhang et al., 2010) investigó si se puede obtener una unión estable entre el cemento de ionómero de vidrio reforzado con resina y la cerámica de zirconia concluyendo que el cemento de ionómero de vidrio reforzado con resina no pudo ofrecer una unión estable a la cerámica de zirconia arenada y no hubo unión química o mecánica duradera entre el cemento de ionómero de vidrio reforzado con resina y la cerámica de zirconia. De la misma manera (Ríos Szalay et al., 2017) menciona en su estudio clínico que la capacidad de adhesión de ionómero de vidrio a la zirconia es nula o muy baja y señala que los cementos resinosos que contengan en su fórmula MDP, ya sea en su agente de acoplamiento o en la fórmula misma de los cementos, son en la actualidad la mejor alternativa para incrementar la adhesión a una superficie de zirconia. Y por su parte (Grasel et al., 2018) demuestra que la cementación adhesiva aumenta la resistencia a la fractura y la resistencia a la fatiga y mejora la longevidad de restauraciones cerámicas además de sellar los defectos de la superficie interna creados por la abrasión de partículas en el aire.

Entre los beneficios que conlleva utilizar los métodos de abrasión (Turp et al., 2013) relata que el proceso de abrasión elimina las capas sueltas contaminadas superiores y la superficie rugosa proporciona cierto nivel de retención mecánica con el cemento de resina adhesivo. (Martins et al., 2019) menciona que se pueden utilizar diferentes tamaños

de partículas de alúmina (25-250 μm) y composiciones (partículas recubiertas de alúmina o sílice), y estas variaciones pueden influir en el rendimiento de la unión en la interfaz de cemento de resina / zirconia. Por su parte (Grasel et al., 2018) menciona que este tratamiento crea microfisuras superficiales y defectos que pueden dañar las propiedades mecánicas del material dado que las estructuras de zirconia generalmente se desgastan con aire antes de la cementación, cuando la zirconia ya está sinterizada y la abrasión por aire induce la transformación de fase tetragonal a monoclinica alrededor de los defectos superficiales, por lo tanto, una opción sería realizar la abrasión por aire antes de sinterizar la estructura de zirconia ya que, con esta modificación, el proceso de sinterización, además de poner a cero la fase monoclinica, podría sellar o, al menos, contener herméticamente las microfisuras creadas por el impacto de las partículas, como consecuencia de la contracción inducida por la sinterización. Por otro lado (Turp et al., 2013) sustenta en su estudio clínico que la abrasión de aire con partículas de 250 μm de Al_2O_3 durante 30 segundos tuvo la mayor rugosidad superficial y una cantidad significativamente mayor de fase monoclinica en comparación con la abrasión por partículas de aire con partículas de 30 μm , 50 μm y 110 μm , concluyendo que la duración y el tamaño de las partículas afectan la rugosidad y la transformación de fase de la zirconia y que los tiempos de tratamiento más prolongados con partículas más grandes pueden provocar la degradación del material. Pero, sin embargo, tomando en cuenta las ventajas que nos brinda una unión, (Sharafeddin & Shoale, 2018) informaron que el uso combinado de primer MDP y abrasión por aire mejoró la fuerza de unión de la cerámica de zirconia y además, basándose en los hallazgos de una revisión sistemática de Tzanakakis et al, se concluyó que la abrasión por aire era obligatoria para la

unión duradera de la resina a la cerámica de zirconia. Por lo tanto, el pulido con óxido de aluminio seguido de la aplicación de primers de zirconia, así como el recubrimiento de sílice triboquímico seguido de silanización, son los dos métodos más populares para la unión a cerámica de zirconia. (Ferreira da Silva et al., 2018).

(Dogan & Raigrodski, 2019) sustenta en su estudio que los cementos de ionómero de vidrio son atractivos debido a su capacidad de adherirse químicamente a la superficie del diente, pero afirma que es posible que los cementos de ionómero de vidrio tradicionales no se consideren tan adecuados para las restauraciones cerámicas de alta resistencia como la zirconia debido a su baja resistencia y solubilidad en un ambiente húmedo en comparación con la resina, ya que los métodos adhesivos pueden proporcionar una mejor retención, mejorar la adaptación marginal y prevenir las microfiltraciones. Por su parte (Blatz et al., 2016) señala que la cementación adhesiva con resina aumenta la resistencia de los materiales cerámicos y está muy indicada para evitar fracturas al cementar restauraciones de zirconia translúcida muy delgadas. (Takahashi et al., 2018) recomienda el cemento de resina autoadhesivo, porque contiene un monómero funcional fosfato, como el MDP, y garantiza la unión a la estructura dental incluso sin tratamiento previo, mientras que su composición monomérica también parece reaccionar con los óxidos disponibles, promoviendo así una cierta adhesión química además de la unión micromecánica. Mientras que (Mahmoodi et al., 2016) alega que los cementos de resina que contienen MDP tienen monómeros ácidos que hidrolizan rápidamente los agentes de acoplamiento de silano, produciendo los enlaces de siloxano necesarios para la unión química. Al mejorar la unión

de polisiloxano producida por la naturaleza ácida del MDP, se puede obtener una mejor retención de los cementos de resina a la zirconia.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Tras ahondar en el análisis de los objetivos generales y específicos que han sido sustentados a lo largo del marco teórico de la investigación, se resalta lo siguiente:

- Se analizaron varias técnicas y métodos de adhesión a zirconia concluyendo así que el arenado con partículas de óxido de aluminio en conjunto con un primer de zirconia, es la técnica más confiable y segura para lograr altos valores adhesivos a la zirconia.
- Los materiales indicados para acondicionar la superficie de la zirconia se dividen acorde al tipo de retención que se requiera: para lograr retención micromecánica se utiliza la técnica de arenado con partículas de óxido aluminio o de óxido de sílice. Mientras que para lograr unión química se utilizan imprimadores o primers con 10-MDP como Z-PRIME (BISCO), MONOBOND PLUS (IVOCLAR) O CLEARFIL CERAMIC PRIMER (KURARAY). La literatura también avala el uso de adhesivos universales, pero siempre y cuando estos sean fotoactivados sobre la superficie acondicionada y sean compatibles con el agente cementante.
- El protocolo ideal para acondicionar la superficie de la zirconia inicia con arenado de la superficie con partículas de óxido de aluminio de 50 micras a 40 psi o 2.8 bar

de presión a 10mm de distancia durante 20 segundos en un ángulo de 45 a 60°. Se debe limpiar con un agente que contenga partículas de zirconia e hidróxido de sodio como Ivoclean (Ivoclar). Se inicia la unión química con la aplicación de un Primer con MDP para zirconia de una a dos capas y se deja reaccionar por 1 a 2 minutos.

El agente cementante deberá ser resinoso Dual convencional o autoadhesivo.

- En un estudio clínico se comparó la capacidad adhesiva en pruebas de cizallamiento de agentes imprimantes para zirconia dando como resultado: Z-Prime (BISCO) alcanzó 11,85 Mpa, Monobond Plus (IVOCLAR) alcanzó 10,42 Mpa y 7,14 Mpa para Clearfil Ceramic Primer. Concluyendo así, que los agentes imprimantes con monómeros organofosfatados 10-MDP fueron capaces de generar resistencia adhesiva significativa entre el sustrato de las cerámicas zirconiosas y el agente cementante.

Recomendaciones

- Realizar siempre arenado con partículas de óxido de aluminio o de sílice, con la finalidad de siempre contar con una retención micromecánica adicional a una unión química. Este procedimiento lo puede realizar el laboratorio o el clínico en caso de tener un arenador en consulta.
- Recurrir a materiales imprimadores que en su composición contengan el monómero 10-MDP para asegurar una fuerza de unión química estable y duradera, ya que este organofosfato una vez que interactúa en la superficie de la zirconia aporta resistencia, calidad y longevidad de la interfaz adhesiva.

- Considerar el uso de limpiadores a base de hidróxido de sodio y/o con partículas de zirconia como Ivoclean (Ivoclar) en casos de contaminación por saliva o sangre, ya que, la fosfoproteína de la saliva se adsorbe fuertemente en la superficie de la zirconia y no se puede eliminar lavándola con agua. El uso de estos limpiadores en conjunto con el arenado son la mejor opción de limpieza en caso de contaminación.
- Revisar constantemente información científica acerca de materiales y protocolos que demuestren efectividad y garanticen una adhesión duradera y estable a la cerámica de zirconia.

BIBLIOGRAFÍA

- Al-Ammari, Bahra, S. El, Samran, A., Wille, S., & Kern., M. (2016). Effect of saliva contamination and cleaning on zirconia ceramic bonding. *ResearchGate*.
https://www.researchgate.net/publication/309429319_Effect_of_saliva_contaminati_on_and_cleaning_on_zirconia_ceramic_bonding
- Atsu, S. S., Kilicarslan, M. A., Kucukesmen, H. C., & Aka, P. S. (2006). Effect of zirconium-oxide ceramic surface treatments on the bond strength to adhesive resin. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 95(6), 430-436.
<https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2006.03.016>
- Aurélio, I. L., Marchionatti, A. M. E., Montagner, A. F., May, L. G., & Soares, F. Z. M. (2016). Does air particle abrasion affect the flexural strength and phase transformation of Y-TZP? A systematic review and meta-analysis. *Dental Materials: Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 32(6), 827-845.
<https://doi.org/10.1016/j.dental.2016.03.021>
- Blatz, M. B., Alvarez, M., Sawyer, K., & Brindis, M. (2016). How to Bond Zirconia: The APC Concept. *Compendium of Continuing Education in Dentistry (Jamesburg, N.J.: 1995)*, 37(9), 611-617; quiz 618.
- Bueno Cancino, C. A., Hernández Duarte, K. A., Moreno Clavijo, L. K., & Sagra Escalante, S. (2019). Estudio comparativo in vitro de la resistencia adhesiva al cicallamiento de zirconia cementada a dentina con tres tratamientos de superficie.

instname:Universidad Santo Tomás.

<https://repository.usta.edu.co/handle/11634/16391>

Caballero Saavedra, M., & Pulgar Silva, A. (2016). *Resistencia adhesiva al cizallamiento de diferentes primers cerámicos a óxido de zirconio* [Thesis, Universidad Andrés Bello]. <http://repositorio.unab.cl/xmlui/handle/ria/3778>

Chen, Lu Yang. (2018). Durability of Resin Bonding to Zirconia Using Products Containing 10-Methacryloyloxydecyl Dihydrogen Phosphate. *The Journal of Adhesive Dentistry*, 20(4), 279-287. <https://doi.org/10.3290/j.jad.a40989>

Corciolani, G., Vichi, A., Louca, C., & Ferrari, M. (2010). Influence of layering thickness on the color parameters of a ceramic system. *Dental Materials: Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 26(8), 737-742. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2010.03.018>

da SILVA, R. A. T., COUTINHO, M., CARDOZO, P. I., da SILVA, L. A., & ZORZATTO, J. R. (2011). Conventional dual-cure versus self-adhesive resin cements in dentin bond integrity. *Journal of Applied Oral Science*, 19(4), 355-362. <https://doi.org/10.1590/S1678-77572011005000010>

de Souza, G., Hennig, D., Aggarwal, A., & Tam, L. E. (2014). The use of MDP-based materials for bonding to zirconia. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 112(4), 895-902. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2014.01.016>

Denry, I., & Kelly, J. R. (2008). State of the art of zirconia for dental applications. *Dental Materials: Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 24(3), 299-307. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2007.05.007>

- Dogan, S., & Raigrodski, A. J. (2019). Cementation of Zirconia-Based Toothborne Restorations: A Clinical Review. *Compendium of Continuing Education in Dentistry (Jamesburg, N.J.: 1995)*, 40(8), 536-540.
- Dos Santos, R. A., de Lima, E. A., Mendonça, L. S., de Oliveira, J. E., Rizuto, A. V., de Araújo Silva Tavares, Á. F., & Braz da Silva, R. (2019). Can universal adhesive systems bond to zirconia? *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry: Official Publication of the American Academy of Esthetic Dentistry ... [et Al.]*, 31(6), 589-594. <https://doi.org/10.1111/jerd.12521>
- Echeverri Palomino, D. M., & Garzón Rayo, H. (2013). CEMENTATION OF STRUCTURES FOR ZIRCONIA-BASED FIXED PARTIAL DENTURES. *Revista Facultad de Odontología Universidad de Antioquia*, 24(2), 321-335. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0121-246X2013000100011&lng=en&nrm=iso&tlng=es
- Ferreira da Silva, D. F., Lopes, R. de O., Caetano de Souza, N., Marcondes, M. L., Danesi, P., & Spohr, A. M. (2018). Bond to Zirconia Ceramic: Evaluation of Different Primers and a Universal Adhesive. *The Open Dentistry Journal*, 12(1). <https://doi.org/10.2174/1874210601812010929>
- Filser, F., Kocher, P., & Gauckler, L. J. (2003). Net-shaping of ceramic components by direct ceramic machining. *Assembly Automation*, 23(4), 382-390. <https://doi.org/10.1108/01445150310501217>

- Ghodsi, S., & Jafarian, Z. (2018). A Review on Translucent Zirconia. *The European Journal of Prosthodontics and Restorative Dentistry*, 26(2), 62-74.
https://doi.org/10.1922/EJPRD_01759Ghodsi13
- Grasel, R., Santos, M. J., Rêgo, H. C., Rippe, M. P., & Valandro, L. F. (2018). Effect of Resin Luting Systems and Alumina Particle Air Abrasion on Bond Strength to Zirconia. *Operative Dentistry*, 43(3), 282-290. <https://doi.org/10.2341/15-352-L>
- Guazzato, M., Albakry, M., Quach, L., & Swain, M. V. (2004). Influence of grinding, sandblasting, polishing and heat treatment on the flexural strength of a glass-infiltrated alumina-reinforced dental ceramic. *Biomaterials*, 25(11), 2153-2160.
<https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2003.08.056>
- Guazzato, M., Albakry, M., Ringer, S. P., & Swain, M. V. (2004). Strength, fracture toughness and microstructure of a selection of all-ceramic materials. Part II. Zirconia-based dental ceramics. *Dental Materials: Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 20(5), 449-456.
<https://doi.org/10.1016/j.dental.2003.05.002>
- Harada, K., Raigrodski, A. J., Chung, K.-H., Flinn, B. D., Dogan, S., & Mancl, L. A. (2016). A comparative evaluation of the translucency of zirconias and lithium disilicate for monolithic restorations. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 116(2), 257-263. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2015.11.019>
- Jiménez, S., & Andrés, E. (2015). *Análisis comparativo in vitro del grado de filtración marginal de restauraciones de resina compuesta realizadas con el sistema adhesivo*

All-Bond Universal ® utilizado con y sin grabado ácido previo de la superficie.

<http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/141561>

Karaagaclioglu, L., & Yilmaz, B. (2008). Influence of cement shade and water storage on the final color of leucite-reinforced ceramics. *Operative Dentistry*, 33(4), 386-391.

<https://doi.org/10.2341/07-61>

Kelly, J. R., Nishimura, I., & Campbell, S. D. (1996). Ceramics in dentistry: Historical roots and current perspectives. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 75(1), 18-32.

[https://doi.org/10.1016/s0022-3913\(96\)90413-8](https://doi.org/10.1016/s0022-3913(96)90413-8)

Koutayas, S., Vagkopoulou, T., Pelekanos, S., Koidis, P., & Rudolf Strub, J. (2010).

Zirconia en odontología: Segunda parte. Revolución clínica basada en la evidencia.

The European Journal of Esthetic Dentistry, 3(2), 126-161.

<http://www.elsevier.es/es-revista-the-european-journal-esthetic-dentistry-312-articulo-zirconia-odontologia-segunda-parte-revolucion-X2013148810538873>

Kwon, S. J., Lawson, N. C., McLaren, E. E., Nejat, A. H., & Burgess, J. O. (2018).

Comparison of the mechanical properties of translucent zirconia and lithium disilicate. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 120(1), 132-137.

<https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2017.08.004>

Le, M., Larsson, C., & Papia, E. (2019). Bond strength between MDP-based cement and translucent zirconia. *Dental Materials Journal*, 38(3), 480-489.

<https://doi.org/10.4012/dmj.2018-194>

Li, J.-F., & Watanabe, R. (1998). Phase Transformation in Y₂O₃-Partially-Stabilized ZrO₂ Polycrystals of Various Grain Sizes during Low-Temperature Aging in Water.

Journal of the American Ceramic Society, 81(10), 2687-2691.

<https://doi.org/10.1111/j.1151-2916.1998.tb02677.x>

Lima, R. B. W., Barreto, S. C., Hajhamid, B., de Souza, G. M., & de Goes, M. F. (2019).

Effect of cleaning protocol on silica deposition and silica-mediated bonding to Y-TZP. *Dental Materials: Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 35(11), 1603-1613. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2019.08.099>

Llerena-Icochea, A. E., Costa, R. M., Borges, A., Bombonatti, J., & Furuse, A. Y. (2017).

Bonding Polycrystalline Zirconia With 10-MDP-containing Adhesives. *Operative Dentistry*, 42(3), 335-341. <https://doi.org/10.2341/16-156-L>

Lung, C. Y. K., Liu, D., & Matinlinna, J. P. (2015). Silica coating of zirconia by silicon

nitride hydrolysis on adhesion promotion of resin to zirconia. *Materials Science & Engineering. C, Materials for Biological Applications*, 46, 103-110.

<https://doi.org/10.1016/j.msec.2014.10.029>

Magne, P., Paranhos, M. P. G., & Burnett, L. H. (2010). New zirconia primer improves

bond strength of resin-based cements. *Dental Materials: Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 26(4), 345-352.

<https://doi.org/10.1016/j.dental.2009.12.005>

Mahmoodi, N., Hooshmand, T., Heidari, S., & Khoshro, K. (2016). Effect of sandblasting,

silica coating, and laser treatment on the microtensile bond strength of a dental zirconia ceramic to resin cements. *Lasers in Medical Science*, 31(2), 205-211.

<https://doi.org/10.1007/s10103-015-1848-9>

- Manziuc, M.-M., Gasparik, C., Negucioiu, M., Constantiniuc, M., Burde, A., Vlas, I., & Dudea, D. (2019). *Optical properties of translucent zirconia: A review of the literature*. <https://doi.org/10.2478/ebtj-2019-0005>
- Martínez Rus, F., Pradíes Ramiro, G., Suárez García, M. J., & Rivera Gómez, B. (2007). Cerámicas dentales: Clasificación y criterios de selección. *RCOE*, 12(4). <https://doi.org/10.4321/S1138-123X2007000300003>
- Martins, S. B., Abi-Rached, F. de O., Adabo, G. L., Baldissara, P., & Fonseca, R. G. (2019). Influence of Particle and Air-Abrasion Moment on Y-TZP Surface Characterization and Bond Strength. *Journal of Prosthodontics: Official Journal of the American College of Prosthodontists*, 28(1), e271-e278. <https://doi.org/10.1111/jopr.12718>
- McLaren, E. A., Lawson, N., Choi, J., Kang, J., & Trujillo, C. (2017). New High-Translucent Cubic-Phase-Containing Zirconia: Clinical and Laboratory Considerations and the Effect of Air Abrasion on Strength. *Compendium of Continuing Education in Dentistry (Jamesburg, N.J.: 1995)*, 38(6), e13-e16.
- Milleding, P. (2014). *Preparations for fixed prosthodontics*. Munksgaard : [Sælges på internettet.
- Moncada, G., García Fonseca, R., de Oliveira, O. B., Fernández, E., Martín, J., & Vildósola, P. (2014). Rol del 10-metacriloxidecilfosfato dihidrogenado en el cambio de paradigma de los sistemas adhesivos integrados en la dentina. *Revista Clínica de Periodoncia, Implantología y Rehabilitación Oral*, 7(3), 194-199. <https://doi.org/10.1016/j.piro.2014.09.008>

- Moon, J.-E., Kim, S.-H., Lee, J.-B., Han, J.-S., Yeo, I.-S., & Ha, S.-R. (2016). Effects of airborne-particle abrasion protocol choice on the surface characteristics of monolithic zirconia materials and the shear bond strength of resin cement. *Ceramics International*, 42(1), 1552-1562. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2015.09.104>
- Nakamura, K., Harada, A., Inagaki, R., Kanno, T., Niwano, Y., Milleding, P., & Örtengren, U. (2015). Fracture resistance of monolithic zirconia molar crowns with reduced thickness. *Acta Odontologica Scandinavica*, 73(8), 602-608. <https://doi.org/10.3109/00016357.2015.1007479>
- Oba, Y., Koizumi, H., Nakayama, D., Ishii, T., Akazawa, N., & Matsumura, H. (2014). Effect of silane and phosphate primers on the adhesive performance of a tri-n-butylborane initiated luting agent bonded to zirconia. *Dental Materials Journal*, 33(2), 226-232. <https://doi.org/10.4012/dmj.2013-346>
- Özcan, M., & Bernasconi, M. (2015). Adhesion to zirconia used for dental restorations: A systematic review and meta-analysis. *The Journal of Adhesive Dentistry*, 17(1), 7-26. <https://doi.org/10.3290/j.jad.a33525>
- Peláez Rico, J. (2010). *Evaluación clínica de puentes posteriores de circonio* [Info:eu-repo/semantics/doctoralThesis, Universidad Complutense de Madrid, Servicio de Publicaciones]. <https://eprints.ucm.es/11709/>
- Piconi, C., & Maccauro, G. (1999). Zirconia as a ceramic biomaterial. *Biomaterials*, 20(1), 1-25. [https://doi.org/10.1016/S0142-9612\(98\)00010-6](https://doi.org/10.1016/S0142-9612(98)00010-6)

- Pilo, R., Kaitsas, V., Zinelis, S., & Eliades, G. (2016). Interaction of zirconia primers with yttria-stabilized zirconia surfaces. *Dental Materials*, 32(3), 353-362.
<https://doi.org/10.1016/j.dental.2015.11.031>
- Raigrodski, A. J., Chiche, G. J., Potiket, N., Hochstedler, J. L., Mohamed, S. E., Billiot, S., & Mercante, D. E. (2006). The efficacy of posterior three-unit zirconium-oxide-based ceramic fixed partial dental prostheses: A prospective clinical pilot study. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 96(4), 237-244.
<https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2006.08.010>
- Rinke, S., & Fischer, C. (2013). Range of indications for translucent zirconia modifications: Clinical and technical aspects. *Quintessence International (Berlin, Germany: 1985)*, 44(8), 557-566. <https://doi.org/10.3290/j.qi.a29937>
- Ríos Szalay, E., Garcilazo Gómez, A., Guerrero Ibarra, J., Meade Romero, I., & Miguelena Muro, K. (2017). Estudio comparativo de la resistencia al desplazamiento de cuatro cementos en zirconia. *Revista Odontológica Mexicana*, 21(4), 235-240.
<https://doi.org/10.1016/j.rod mex.2018.01.003>
- Segura, D. G. (2014). ¿Circonio, Cerámica o Metal-Porcelana?
<https://gacetadental.com/2014/07/circonio-ceramica-o-metal-porcelana-49591/>
- Sharafeddin, F., & Shoale, S. (2018). Effects of Universal and Conventional MDP Primers on the Shear Bond Strength of Zirconia Ceramic and Nanofilled Composite Resin. *Journal of Dentistry (Shiraz, Iran)*, 19(1), 48-56.
- Sundh, A., & Sjögren, G. (2006). Fracture resistance of all-ceramic zirconia bridges with differing phase stabilizers and quality of sintering. *Dental Materials: Official*

Publication of the Academy of Dental Materials, 22(8), 778-784.

<https://doi.org/10.1016/j.dental.2005.11.006>

Takahashi, A., Takagaki, T., Wada, T., Uo, M., Nikaido, T., & Tagami, J. (2018). The effect of different cleaning agents on saliva contamination for bonding performance of zirconia ceramics. *Dental Materials Journal*, 37(5), 734-739.

<https://doi.org/10.4012/dmj.2017-376>

Taniş, M. Ç., Akay, C., & Karakış, D. (2015). Resin cementation of zirconia ceramics with different bonding agents. *Biotechnology, Biotechnological Equipment*, 29(2), 363-367. <https://doi.org/10.1080/13102818.2014.996606>

Tong, H., Tanaka, C. B., Kaizer, M. R., & Zhang, Y. (2016). Characterization of three commercial Y-TZP ceramics produced for their high-translucency, high-strength and high-surface area. *Ceramics International*, 42(1 Pt B), 1077-1085.

<https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2015.09.033>

Turp, V., Sen, D., Tuncelli, B., Goller, G., & Özcan, M. (2013). Evaluation of air-particle abrasion of Y-TZP with different particles using microstructural analysis.

Australian Dental Journal, 58(2), 183-191. <https://doi.org/10.1111/adj.12065>

Vichi, A., Carrabba, M., Paravina, R., & Ferrari, M. (2014). Translucency of ceramic materials for CEREC CAD/CAM system. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry: Official Publication of the American Academy of Esthetic Dentistry ... [et Al.]*, 26(4), 224-231. <https://doi.org/10.1111/jerd.12105>

Vilarrubí, A., Pebé, P., & Rodríguez, A. (2011). Prótesis fija convencional libre de metal: Tecnología CAD CAM-Zirconia, descripción de un caso clínico.

Odontoestomatología, 13(18), 16-28.

http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1688-93392011000200003&lng=es&nrm=iso&tlng=es

Villamar, J. G., Llaguno, M. R., Seixas, E. R. M., & Tamay, K. L. (2017). Importancia del Zirconio para prótesis parcial fija libre de metal. *Dominio de las Ciencias*, 3(3), 613-627. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6326669>

Zarandi, P. K., Madani, A., Bagheri, H., & Moslemion, M. (2020). The Effect of Sandblasting and Coating of Zirconia by Nano Composites on Bond Strength of Zirconia to Resin Cements. *Journal of dentistry*. <https://doi.org/10.30476/DENTJODS.2019.77789.0>

Zhang, W., Masumi, S. I., & Song, X. M. (2010). Bonding property of two resin-reinforced glass-ionomer cements to zirconia ceramic. *Quintessence International (Berlin, Germany: 1985)*, 41(7), e132-140.

Zhang, Y. (2014). Making yttria-stabilized tetragonal zirconia translucent. *Dental Materials: Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 30(10), 1195-1203. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2014.08.375>

**ANEXO V.- RÚBRICA DE EVALUACIÓN TRABAJO DE TITULACIÓN**

Título del Trabajo: EVALUACION DE LAS TECNICAS DE ADHESION A ZIRCONIA Autor: ESPINOZA RUIZ RENATO RAFAEL		
ASPECTOS EVALUADOS	PUNTAJE MÁXIMO	CALIFICACIÓN
ESTRUCTURA ACADÉMICA Y PEDAGÓGICA	4.5	4.5
Propuesta integrada a Dominios, Misión y Visión de la Universidad de Guayaquil.	0.3	0.3
Relación de pertinencia con las líneas y sublíneas de investigación Universidad/Facultad/Carrera.	0.4	0.4
Base conceptual que cumple con las fases de comprensión, interpretación, explicación y sistematización en la resolución de un problema.	1	1
Coherencia en relación a los modelos de actuación profesional, problemática, tensiones y tendencias de la profesión, problemas a encarar, prevenir o solucionar de acuerdo al PND-BV.	1	1
Evidencia el logro de capacidades cognitivas relacionadas al modelo educativo como resultados de aprendizaje que fortalecen el perfil de la profesión.	1	1
Responde como propuesta innovadora de investigación al desarrollo social o tecnológico.	0.4	0.4
Responde a un proceso de investigación – acción, como parte de la propia experiencia educativa y de los aprendizajes adquiridos durante la carrera.	0.4	0.4
RIGOR CIENTÍFICO	4.5	4.5
El título identifica de forma correcta los objetivos de la investigación.	1	1
El trabajo expresa los antecedentes del tema, su importancia dentro del contexto general, del conocimiento y de la sociedad, así como del campo al que pertenece, aportando significativamente a la investigación.	1	1
El objetivo general, los objetivos específicos y el marco metodológico están en correspondencia.	1	1
El análisis de la información se relaciona con datos obtenidos y permite expresar las conclusiones en correspondencia a los objetivos específicos.	0.8	0.8
Actualización y correspondencia con el tema, de las citas y referencia bibliográfica.	0.7	0.7
PERTINENCIA E IMPACTO SOCIAL	1	1
Pertinencia de la investigación.	0.5	0.5
Innovación de la propuesta proponiendo una solución a un problema relacionado con el perfil de egreso profesional.	0.5	0.5
CALIFICACIÓN TOTAL * 10		10
* El resultado será promediado con la calificación del Tutor Revisor y con la calificación de obtenida en la Sustentación oral. **El estudiante que obtiene una calificación menor a 7/10 en la fase de tutoría de titulación, no podrá continuar a las siguientes fases (revisión, sustentación).		

Dr. César Palacios Jurado
No.0915881221

ANEXO VI. - CERTIFICADO DEL DOCENTE-TUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

**FACULTAD PILOTO DE ODONTOLOGÍA
CARRERA ODONTOLOGÍA**

Guayaquil, 05 de octubre del 2020

Dra.
Ma. Angélica Terreros
DIRECTOR DE LA CARRERA ODONTOLOGÍA
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
Ciudad. -

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el Informe correspondiente a la tutoría realizada al Trabajo de Titulación: **EVALUACIÓN DE LAS TÉCNICAS DE ADHESIÓN A ZIRCONIA** del estudiante **RENATO RAFAEL ESPINOZA RUIZ**, indicando que ha cumplido con todos los parámetros establecidos en la normativa vigente:

- El trabajo es el resultado de una investigación.
- El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.
- El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.
- El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se adjunta el certificado de porcentaje de similitud y la valoración del trabajo de titulación con la respectiva calificación.

Dando por concluida esta tutoría de trabajo de titulación, **CERTIFICO**, para los fines pertinentes, que el estudiante **RENATO RAFAEL ESPINOZA RUIZ** está apto para continuar con el proceso de revisión final.

Atentamente,



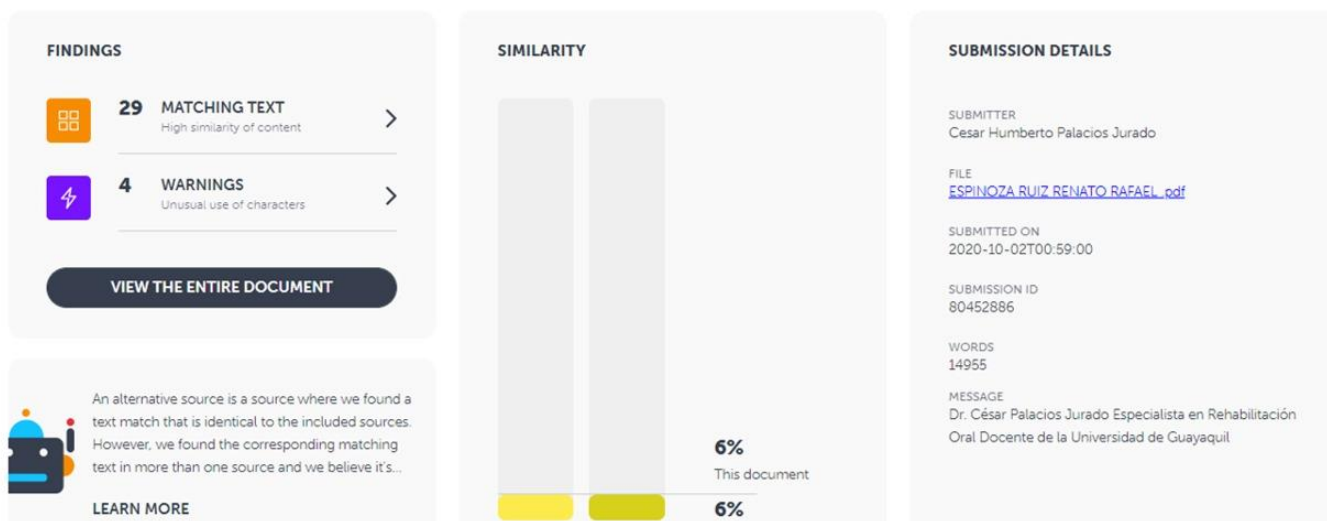
César Palacios Jurado
TUTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN
C.I.: 0915881221
FECHA: 05 DE OCTUBRE DEL 2020



ANEXO VII.- CERTIFICADO PORCENTAJE DE SIMILITUD

Habiendo sido nombrado **CÉSAR HUMBERTO PALACIOS JURADO**, tutor del trabajo de titulación certifico que el presente trabajo de titulación ha sido elaborado por **RENATO RAFAEL ESPINOZA RUIZ**, con mi respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de **ODONTÓLOGO**. .

Se informa que el trabajo de titulación: **EVALUACIÓN DE LAS TÉCNICAS DE ADHESIÓN A ZIRCONIA**, ha sido orientado durante todo el periodo de ejecución en el programa antiplagio _____URKUND_____ quedando el **6 %** de coincidencia.



César Palacios Jurado

C.I.: 0915881221

FECHA: 05 de octubre del 2020



ANEXO VIII.- INFORME DEL DOCENTE REVISOR

Guayaquil, 06 de octubre del 2020

Dra.

Ma. Angélica Terreros

DIRECTOR DE LA CARRERA ODONTOLOGÍA

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA UNIVERSIDAD DE

GUAYAQUIL

Ciudad. -

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el informe correspondiente a la REVISIÓN FINAL del Trabajo de Titulación: **EVALUACIÓN DE LAS TÉCNICAS DE ADHESIÓN A ZIRCONIA** del estudiante **RENATO RAFAEL ESPINOZA RUIZ**. Las gestiones realizadas me permiten indicar que el trabajo fue revisado considerando todos los parámetros establecidos en las normativas vigentes, en el cumplimiento de los siguientes aspectos:

Cumplimiento de requisitos de forma:

El título tiene un máximo de 8 palabras.

La memoria escrita se ajusta a la estructura establecida.

El documento se ajusta a las normas de escritura científica seleccionadas por la Facultad. La investigación es pertinente con la línea y sublíneas de investigación de la carrera.

Los soportes teóricos son de máximo 10 años.

La propuesta presentada es pertinente.

Cumplimiento con el Reglamento de Régimen Académico:

El trabajo es el resultado de una investigación.

El estudiante demuestra conocimiento profesional integral. El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.

El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se indica que fue revisado, el certificado de porcentaje de similitud, la valoración del tutor, así como de las páginas preliminares solicitadas, lo cual indica el que el trabajo de investigación cumple con los requisitos exigidos.

Una vez concluida esta revisión, considero que el estudiante está apto para continuar el proceso de titulación. Particular que comunicamos a usted para los fines pertinentes.

Atentamente,

DR. MILTON RODRIGO ANDRADE PONCE C.I.

1714918982

FECHA: martes 6 de octubre de 2020

ANEXO IX.- RÚBRICA DE EVALUACIÓN DOCENTE REVISOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

FACULTAD PILOTO DE
ODONTOLOGÍA

Título del Trabajo: EVALUACIÓN DE LAS TÉCNICAS DE ADHESIÓN A ZIRCONIA Autor: RENATO RAFAEL ESPINOZA RUIZ			
ASPECTOS EVALUADOS	PUNTAJE MÁXIMO	CALIFICACIÓN	COMENTARIOS
ESTRUCTURA Y REDACCIÓN DE LA MEMORIA	3	3	
Formato de presentación acorde a lo solicitado.	0.6	0.6	
Tabla de contenidos, índice de tablas y figuras.	0.6	0.6	
Redacción y ortografía.	0.6	0.6	
Correspondencia con la normativa del trabajo de titulación.	0.6	0.6	
Adecuada presentación de tablas y figuras.	0.6	0.6	
RIGOR CIENTÍFICO	6	6	
El título identifica de forma correcta los objetivos de la investigación.	0.5	0.5	
La introducción expresa los antecedentes del tema, su importancia dentro del contexto general, del conocimiento y de la sociedad, así como del campo al que pertenece.	0.6	0.6	
El objetivo general está expresado en términos del trabajo a investigar.	0.7	0.7	
Los objetivos específicos contribuyen al cumplimiento del objetivo general.	0.7	0.7	
Los antecedentes teóricos y conceptuales complementan y aportan significativamente al desarrollo de la investigación.	0.7	0.7	
Los métodos y herramientas se corresponden con los objetivos de la Investigación.	0.7	0.7	
El análisis de la información se relaciona con datos obtenidos.	0.4	0.4	
Factibilidad de la propuesta.	0.4	0.4	
Las conclusiones expresan el cumplimiento de los objetivos específicos.	0.4	0.4	
Las recomendaciones son pertinentes, factibles y válidas.	0.4	0.4	
Actualización y correspondencia con el tema, de las citas y referencia Bibliográfica.	0.5	0.5	
PERTINENCIA E IMPACTO SOCIAL	1	1	
Pertinencia de la investigación/ Innovación de la propuesta.	0.4	0.4	
La investigación propone una solución a un problema relacionado con el perfil de egreso profesional.	0.3	0.3	
Contribuye con las líneas / sublíneas de investigación de la Carrera.	0.3	0.3	
CALIFICACIÓN TOTAL* 10		10	
*El resultado será promediado con la calificación del Tutor y con la calificación de obtenida en la Sustentación oral. ****El estudiante que obtiene una calificación menor a 7/10 en la fase de tutoría de titulación, no podrá continuar a las siguientes fases (revisión, sustentación).			


 Dr. MILTON RODRIGO ANDRADE PONCE
 Docente Revisor
 C.I. 1714918982
 FECHA: martes 6 de octubre de 2020



ANEXO XI.- FICHA DE REGISTRO DE TRABAJO DE TITULACIÓN

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA			
FICHA DE REGISTRO DE TRABAJO DE TITULACIÓN			
TÍTULO Y SUBTÍTULO:	EVALUACIÓN DE LAS TÉCNICAS DE ADHESIÓN A ZIRCONIA.		
AUTOR:	ESPINOZA RUIZ RENATO RAFAEL		
REVISOR:	ANDRADE PONCE MILTON RODRIGO		
TUTOR:	PALACIOS JURADO CÉSAR HUMBERTO		
INSTITUCIÓN:	Universidad de guayaquil		
UNIDAD/FACULTAD:	Facultad de odontología		
MAESTRÍA/ESPECIALIDAD:	Odontología		
GRADO OBTENIDO:	Odontólogo		
FECHA DE PUBLICACIÓN:		No. DE PÁGINAS:	95
ÁREAS TEMÁTICAS:			
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Adhesión, zirconia, imprimador, cementación.		
RESUMEN/ABSTRACT): La introducción de monómeros funcionales en los sistemas adhesivos como en los imprimadores para zirconia/metal, promueven la unión química interactuando con el calcio (hidroxiapatita) de la dentina, y en la superficie de la restauración por los iones metálicos. Estudios demostraron que el 10-MDP, es fundamental para lograr adhesión a zirconia y proveer una unión estable en el tiempo, a diferencia de una unión mecánica lograda con cementos a base de fosfato de zinc y ionómeros de vidrio. Además, la cementación adhesiva a zirconia brindó mejores niveles de adhesión porque aparte de la unión química, existe una unión micromecánica, la cual mediante el arenado con diversos tipos y tamaños de partículas crean micro retenciones para fortalecer la unión química. Por consiguiente, el objetivo general del trabajo fue analizar las técnicas de adhesión a zirconia, en donde se estudiarán protocolos de cementación convencional vs cementación adhesiva. El enfoque de la investigación fue de tipo bibliográfico usando como principales métodos el histórico – lógico y descriptivo, utilizando como técnicas la compilación de información, revisión bibliográfica y análisis de las fuentes. Finalizando, el autor concluyó que el arenado con partículas de óxido de aluminio en conjunto con un primer de zirconia, es la técnica más confiable y segura para lograr altos valores adhesivos a la zirconia. Se recomienda revisar constantemente información científica acerca de materiales y protocolos que demuestren efectividad y garanticen una adhesión duradera y estable a la cerámica de zirconia.			

ADJUNTO PDF:	SI X	NO
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: 0985729823	E-mail: renato17sept@hotmail.com
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:	Nombre: Facultad de Odontología	
	Teléfono: (5934)2285703	
	E-mail: facultad.deodontologia@ug.edu.ec	



**ANEXO XII.- DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y DE AUTORIZACIÓN DE LICENCIA
GRATUITA INTRANSFERIBLE Y NO EXCLUSIVA PARA EL USO NO
COMERCIAL DE LA OBRA CON FINES NO ACADÉMICOS**

**FACULTAD PILOTO DE ODONTOLOGÍA
CARRERA ODONTOLOGÍA**

**LICENCIA GRATUITA INTRANSFERIBLE Y NO COMERCIAL DE LA OBRA CON
FINES NO ACADÉMICOS**

Yo, **RENATO RAFAEL ESPINOZA RUIZ**, (nombre del estudiante), con C.I. No. **0705277960**, certifico que los contenidos desarrollados en este trabajo de titulación, cuyo título es "**EVALUACIÓN DE LAS TÉCNICAS DE ADHESIÓN A ZIRCONIA**" son de mi absoluta propiedad y responsabilidad, en conformidad al Artículo 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN*, autorizo la utilización de una licencia gratuita intransferible, para el uso no comercial de la presente obra a favor de la Universidad de Guayaquil.

RENATO RAFAEL ESPINOZA RUIZ
C.I.No 0705277960