



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

CRITERIOS PARA LA CEMENTACIÓN DE
RESTAURACIONES LIBRES DE METAL EN PRÓTESIS
DENTAL FIJA.

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

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

P R E S E N T A:

GERARDO CRUZ FLORES

TUTOR: Esp. JOSÉ FEDERICO TORRES TERÁN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

A la Universidad Nacional Autónoma de México, por haber sido parte de esta gloriosa institución desde hace más de 10 años; por permitirme desarrollarme académicamente y sobre todo por ser un estilo de vida lleno de alegrías y aprendizajes cotidianos. Agradezco infinitamente todas las enseñanzas que ser parte de ti, me dejó. ¡Gracias!

¡GOYA, GOYA, CACHUN, CACHUN, RA, RA, CACHUN, CACHUN, RA, RA, GOYA, UNIVERSIDAD!

A la Facultad de Odontología, por abrirme sus puertas de par en par y completar mi formación profesional, por enseñarme esta noble profesión que es la Odontología y darme la oportunidad de cumplir el mandato de ser un profesional de la salud, ético, humano y empático con la sociedad.

115 años de grandeza y prestigio de esta gran Facultad

Al Esp. José Federico Torres Terán, por ser un profesor ejemplar y comprometido con la formación de Cirujanos Dentistas de calidad; así también por ser un gran apoyo hacia mí en el tiempo que fui su alumno de Clínica de Prostodoncia, usted Dr. Fede, fomento el interés y el gusto en la materia más difícil, para mí, de la carrera. Es un honor del mismo modo que sea mi tutor en el desarrollo del trabajo más importante en mi vida académica, que es esta tesina. ¡Gracias!

A ti amado padre José Cruz Domínguez, por todos los sacrificios que has tenido que hacer por sacar adelante a la familia, la muestra más clara de amor infinito hacia nosotros, es tu perseverancia en hacer de tus hijos personas de bien, estoy infinitamente agradecido contigo, ya que todo lo que soy es gracias a ti. Agradezco tu valentía en todos estos años. Valió la pena cada momento. ¡Este logro te pertenece!

A ti amada madre Ma. Del Socorro Flores González, por tu paciencia y entrega al dirigir a esta familia. Por ser el pilar fundamental de la casa, de mi vida. Porque a pesar de que no soy el hijo ejemplar que mereces, te puedo garantizar que estoy tan agradecido por tus enseñanzas y consejos. Gracias a Dios y a tu perseverancia estamos logrando el zero de tus 4 sueños. Gracias mamá Totito. ¡Te amo mamá!

A ti mamá Tul, Juana Flores González, por todo tu apoyo y cariño en todos estos años de mi vida, tus enseñanzas y cariño incondicional dan sentido a muchos ámbitos de mi vida.

A Pedro Cruz Flores, por ser el guía en esta vida llena de estudio y empeño. Tú me enseñaste a no rendirme en la escuela. Me enseñaste a siempre estudiar más y más. ¡Gracias por despertar en mí la ambición de siempre ir por más conocimientos!

A Itzel Tapia Montiel, porque gracias a su unión con Pedrito, me regalaron a mi primer ahijado, mi amado **José Eduardo**; a pesar de la distancia, no olvides que estoy para ti borreguito.

A Giovanni Michelle Cruz Flores, por ser mi eterno compañero de risas. A pesar de ser mi hermano eres mi amigo. Tienes todo mi cariño y apoyo hermano. Tú me has dado la joya más hermosa que tiene la familia y es mi hermosa **Palomita**, ¡te quiero mucho hija!

A Cintya Guadalupe Cruz Flores y Casiyu Pérez gracias por el apoyo que me brindas y por darme al niño más vivo y travieso de la casa, pero al cual quiero tanto, mi monito travieso, **José Luisito**.

A mi tío Venustiano Flores González, por ser como un padre para mí, por todas sus enseñanzas, regaños y apoyo.

A mis queridos amigos del CCH, Diego y Linda, porque a pesar del tiempo la amistad aún perdura hasta estos años. Gracias.

A mis queridos amigos y colegas de la Facultad, por su amistad y apoyo además que me han acompañado en este largo pero divertido camino de la carrera. Mike, Dianita Torres, Julio Adrián, Héctor Gus, Andy Cervantes, Ema Cardoso, Lizetty V. y Pam Arriaga.

¡Ey amig@s por lo menos las risas no faltaron!

¡Gracias a todos por ser parte de mi vida!

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	5
OBJETIVO.....	7
CAPÍTULO 1 RESTAURACIONES LIBRES DE METAL.....	8
1.1 Cerámicas.....	9
1.1.1 Vítreas.....	16
1.1.1.1 Feldespáticas.....	17
1.1.1.2 Disilicato de litio.....	23
1.1.2 No vítreas.....	27
1.1.2.1 Alúminas.....	29
1.1.2.2 Zirconias.....	31
CAPÍTULO 2 TIPOS Y SISTEMAS DE CEMENTACIÓN.....	37
2.1 Cementación mecánica.....	41
2.1.1 Policarboxilato de zinc.....	42
2.1.2 Fosfato de zinc.....	45
2.1.3 Ionómero de vidrio.....	48
2.2 Cementación adhesiva.....	54
2.2.1 Cementos resinosos.....	55
2.2.1.1 Cementos resinosos autopolimerizables.....	59
2.2.1.2 Cementos resinosos fotopolimerizables.....	60
2.2.1.3 Cementos duales.....	62
CAPÍTULO 3 PROTOCOLOS DE CEMENTACIÓN PARA RESTAURACIONES LIBRES DE METAL EN PRÓTESIS DENTAL FIJA.....	65
CONCLUSIONES.....	76
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	77



*Los hombres nos son presos del destino,
solo son prisioneros de sus propias mentes.*
F. Roosevelt.

INTRODUCCIÓN

La odontología estética, ha cobrado un valor fundamental e imprescindible en el ámbito de las restauraciones dentales. Con la evolución y desarrollo de nuevos materiales altamente estéticos, la exigencia por reemplazar un órgano dental con un material innovador ha permitido ofrecer a los pacientes, diferentes alternativas que satisfagan sus necesidades tanto estéticas como funcionales.

Por ello el área de la Prótesis Dental Parcial Fija, además de otorgar una restauración completamente funcional, ofrece la posibilidad de sustituir una proporción dentaria faltante en la cavidad oral de forma estética, favoreciendo la armonía dental y la calidad de vida de los pacientes.

Sin embargo con esta innovación de materiales restaurativos estéticos, es necesaria la innovación y mejora de los sistemas cementantes, los cuales van íntimamente relacionados para poder lograr un éxito total en una restauración protésica, altamente estética, funcional y durable.

Los cementos dentales al igual que la mayoría de los materiales dentales, van modificándose y mejorando con el paso del tiempo aunado a diversas investigaciones, que les permiten adaptarse y evolucionar para mejorar tanto la adhesión, química o mecánica, así como su estabilidad dimensional y solubilidad.



Todos los materiales usados para restaurar protésicamente una ausencia anatómica en la cavidad bucal, deben ser biocompatibles y cumplir con ciertos requisitos que le permitan demostrar que son aptos para permanecer en el medio oral sin producir una respuesta adversa.

Por tal motivo es fundamental conocer aquellos materiales que devolverán anatomía, función y estética, son:

Materiales de restauración que deben ser libres de metal y los cementos que han de servir como medio de unión entre las restauraciones y los órganos dentales a restaurar, siguiendo los protocolos que los fabricantes comerciales de cerámicas y cementos dentales, recomiendan para lograr un tratamiento protésico confiable y exitoso, sin dejar de lado la participación del Cirujano Dentista, el cual siguiendo los parámetros clínicos, realizara las preparaciones pertinentes para optimizar la recepción de una prótesis dental fija.



OBJETIVO

Describir los criterios que se deben seguir para el proceso de cementado de una restauración libre de metal en prótesis dental parcial fija.

CAPÍTULO 1 RESTAURACIONES LIBRES DE METAL

Con los avances y éxito que han tenido las restauraciones de metal-cerámica en los últimos años, se han incrementado mucho los esfuerzos por tratar de conseguir materiales libres de metales que ofrezcan mejores características estéticas y que permitan una mejor transmisión de luz.

Sin embargo algunos de los problemas que presentan los sistemas de metal-cerámica son, su alto costo de los metales nobles, el proceso de elaboración y el compromiso estético que representa al poseer baja transmisión de luz, además de sensibilidad y alergia del paciente con respecto a los metales que poseen.

El interés de la sociedad y de los profesionales dentales de la salud, por obtener restauraciones altamente estéticas, ha derivado en que se incrementen investigaciones encaminadas a encontrar un material que responda a estas expectativas (fig.1).¹

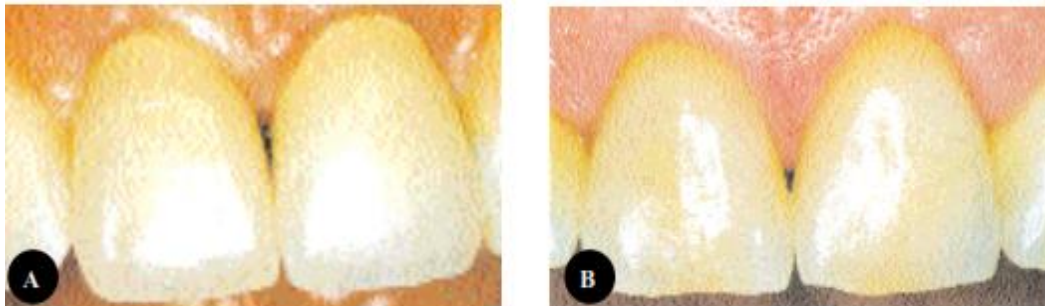


Fig. 1 Comparación de restauraciones unitarias. A) Restauraciones metal-cerámicas, las cuales muestran el compromiso estético en boca. B) Restauraciones libres de metal en el diente 11, nótese la estética mayor que presenta en comparación con una restauración con base metálica.

Es bien sabido que las aleaciones pueden producir iones nocivos al medio bucal, ya que con el paso del tiempo tienden a sufrir de corrosión²

La imitación ideal de los tejidos duros dentarios solo se puede lograr con materiales que se comporten con una similitud casi igual a los tejidos dentales naturales en cuanto a vitalidad, coloración, translucidez, grosor, textura entre otros factores físicos (fig. 2).¹



Fig. 2 Las restauraciones cerámicas libres de metal, presentan mejores propiedades ópticas.

1.1 Cerámicas

“Etimológicamente el termino cerámica viene del griego *keramos* y significa tierra quemada, hecho de tierra, material quemado.”¹

Todas las cerámicas, de cualquier tipo, están conformadas por tres materias primas fundamentales y la proporción de estas, va a variar en la función de las propiedades que se deseen obtener y las cuales son: el feldespato, cuarzo (sílice) y el caolín o arcilla blanca.^{1,3}

Las cerámicas son materiales inorgánicos, no metálicos, que forman objetos solidos creados por el hombre por medio de horneado de estos materiales minerales básicos a altas temperaturas en un horno o directamente del fuego.¹



Los materiales cerámicos contienen átomos que forman uniones iónicas y/o covalentes, que pueden disponerse de una forma ordenada y que forman estructuras de cristales o cristalinas y de estructuras amorfas o irregulares denominados vidrios, cuyos átomos se encuentran desordenados.^{1,2,3}

Cabe señalar que señalar que la responsable de la estética de la porcelana es la fase vítrea o amorfa, mientras que la fase cristalina se encarga de dotarlo de resistencia, de modo que la microestructura de la cerámica tiene clínicamente una gran importancia ya que el componente estético y mecánico, depende de su composición.²

La porcelana de tipo dental, es el material de restauración, mayormente estético, ideal por sus propiedades físicas ópticas y biológicas, ya que permiten mantener su color aún con el paso del tiempo, además, resisten a la abrasión y poseen una adecuada estabilidad en boca, biocompatibilidad, todo esto sin dejar de lado su elevado aspecto natural de translucidez, fluorescencia y brillo.¹

Los materiales cerámicos dentales deben presentar una serie de propiedades que a continuación destacamos:

- Propiedades ópticas de vitalidad, translucidez, brillo, transparencia (posibilidad de incorporar pigmentos), reflexión de la luz y textura, lo que implica grandes posibilidades estéticas al mimetizar los dientes naturales.
- Biocompatibilidad local y general. Son los que presentan el mejor comportamiento con los tejidos vivos.



- Durabilidad y estabilidad en tiempo tanto en integridad coronal como en su aspecto por la gran estabilidad química en el medio bucal.
- Compatibilidad con otros materiales y posibilidad de ser adheridos y grabados mediante los sistemas cementantes adhesivos actuales.
- Baja conductividad térmica con cambios dimensionales más próximos a los tejidos dentarios naturales que otros materiales restauradores utilizados”
- Radiolucidez: cualidad muy interesante pues permite detectar posibles cambios en la estructura dentaria tallada como caries marginal y actuar precozmente.
- Resistencia a la abrasión causado por su dureza, cuya propiedad, constituye un importante problema clínico al oponerlo a dientes naturales, pues depende directamente de la aspereza y dureza del material al ocluirlo sobre superficies dentales.
- Resistencia mecánica, alta resistencia a la compresión, baja a la tracción y variable a la torsión, lo que las condiciona a ser rígidas, pero frágiles.
- Proceso de elaboración simple y de costo razonable, debido a que la elaboración de coronas no es precisamente fácil y esto se refleja en el elevado costo para realizarlas.



Todo esto dispone un gran reto para las casas comerciales y para los profesionales, ya que para lograr una restauración exclusivamente cerámica, se deben mejorar o minimizar los grandes problemas que presentan estos materiales los cuales son: la fragilidad y falta de resistencia, sin perder sus magníficas condiciones ópticas y biológicas.¹

Es por eso que las cerámicas convencionales deben incluir la presencia de cristales en su fase vítrea, la cual dificultara la propagación de dislocaciones o defectos (también llamados cracks), y al mismo tiempo otorgan aumento de resistencia a la fractura sobre todo a las fuerzas de flexión, debido al reforzamiento de su estructura. Este refuerzo dependerá de la cantidad de cristales que se le incorporen a las cerámicas, cuantos más tenga y más duros sean, el crack o dislocación no podrá atravesar la estructura cerámica evitándose así, la fractura del material.³

Estos cristales son de relevancia fundamental para las propiedades de la cerámica y tienen dos orígenes:

- Son previamente incorporados por el fabricante y forman parte del polvo o de sus diferentes presentaciones de la porcelana.
- Son formados de los componentes originales, por las distintas temperaturas que se desarrollan en el proceso de fusión y que permite así, el origen de la estructura.

La fase vítrea de la cerámica y la fase cristalina deben estar íntimamente unidas para lograr un refuerzo ideal. Deben ser compatibles y contar con coeficientes de variación dimensional térmica similar para evitar generar tensiones durante el cocimiento y posterior enfriamiento y así evitar su separación.

Los cristales más frecuentes que se agregan a la cerámica son los siguientes: los vítreos, como el Feldespato, la Leucita, el Disilicato de Litio y los no vítreos, como la Alúmina y la Zirconia.³ Tabla 1

Compuesto	Proporción aproximada en el total de la masa cerámica	Función		
Feldespato	75-85%	Forma la fase vitrificada de la porcelana/translucidez		
		Feldespato de potasio	Aumenta viscosidad Control de la manipulación Mejora translucidez Fundea caolín y cuarzo	
		Feldespato de sodio	Disminuye temperatura de fusión Dificulta manipulación	
Cuarzo (sílice)	12-22%	Forma la fase cristalina		
Caolín	3-5%	Manejabilidad a la masa/opacidad		
Fundentes	variable	bórax	Disminuyen el punto de fusión	
		carbonatos		
		Óxido de zinc		
Pigmentos/colorantes	Variable < 1%	Dar color y textura		
		Óxidos metálicos de	hierro	marrón
			cobre	verde
			cromo	verde
			manganeso	azul claro
			cobalto	azul oscuro
			titanio	pardomarrón
níquel	marrón			
Maquillajes	variable	Caracterización e individualización		
Opacificadores	variable	Enmascarar zonas subyacentes		

Tabla 1. Compuestos de las porcelanas dentales.¹

Las cerámicas de uso odontológico se pueden clasificar de acuerdo a la temperatura de fusión. La temperatura de fusión es la forma más común de clasificar las cerámicas y se dividen en cinco tipos:

Cerámicas de Alta Fusión: Su temperatura es de 1280 a 1390 °C, este tipo de cerámica se utiliza para confeccionar dientes prefabricados, útiles en prótesis removible, pero suelen tener importantes cambios dimensionales.

Cerámicas de Media Fusión: Su temperatura es de 1090 a 1260 °C, cerámicas propias de uso en laboratorio, utilizadas junto con las de baja y muy baja fusión para confeccionar coronas Jacket sobre láminas de platino.

Cerámicas de Baja Fusión: Su rango de temperatura esta entre 870 a 1065 °C, se usan para recubrir el metal en las coronas y puentes metal-cerámicos.

Cerámicas de muy Baja Fusión: Temperatura de 660 a 780, utilizados en la técnica, metal-cerámica como recubrimiento de aleaciones de titanio u oro de baja fusión. Si se utilizan sin metal, permiten en confeccionamiento de restauraciones inlays y onlays.

Cerámicas a temperatura ambiente: Este tipo de cerámicas son aquellas que se transforman o procesan a temperatura ambiente o ya vienen listas para usarse. En el proceso de laboratorio, se adaptan, colocan y retocan por el clínico mediante Sistemas Sonicsys o CAD-CAM.⁴ Tabla 2

DENOMINACIÓN	T°	INDICACIONES	VENTAJAS	INCONVENIENTES	COMPOSICIÓN PORCENTAJE
Alta fusión	1300-1370°C	Producción industrial de dientes	> resistencia > traslucidez < solubilidad soporta muy bien modificaciones repetidas	Gasto energético elevado	
Media fusión	1100-1300°C	Núcleo de elaboración de coronas jacket	< intervalo de fusión < cambio dimensional al enfriar < porosidad superficial < grietas superficiales	La porcelana se deforma durante las reparaciones repetidas	Dióxido de silice (64,2 %) Óxido bórico (2,8 %) Óxido potásico (8,2 %) Óxido sodico (1,9 %) Óxido de aluminio (1,9 %) Óxido de litio (2,1 %) Óxido de Mg (0,5 %) Pentóxido de fósforo (0,7%)
Baja fusión	850-1100°C	Recubrimiento estético de núcleos aluminosos y técnicas ceramometálicas			Dióxido de silice (69,4 %) Óxido bórico (7,5 %) Óxido calcico (1,9 %) Óxido potásico (8,3 %) Óxido sodico (4,8%) Óxido de aluminio (8,1 %)
Muy baja o ultrabaja fusión	< 850°C	Combinación con metales como el titanio. Pequeñas rectificaciones: puntos de contacto, anatomía oclusal, ángulos, etc	Mejora las propiedades de las cerámicas de media y baja fusión		
Temperatura ambiente		Procesamiento directo en clínica evitando el laboratorio de prótesis.	Evita el laboratorio de prótesis	No se conocen datos a medio plazo	

Tabla 2. Clasificación de las porcelanas de acuerdo a su temperatura.¹



La cocción de la porcelana se realiza al seleccionar el polvo a utilizar, el cual se mezcla con agua destilada o con el líquido propio que trae cada producto comercial. Las diferentes técnicas que se utilizan para el cocimiento de la porcelana son:

Condensación: Se basa en la eliminación del agua para aglutinar más polvo. La mezcla se condensa sobre el troquel y se le da la forma a la restauración. Se debe eliminar el exceso de agua por medio de las siguientes técnicas: a) vibración, b) gravitación, c) papel secante, d) pincel, e) espatulación y f) batiendo o incorporando polvo seco.

Horneado: Se coloca la restauración en la puerta del horno para lograr el secado y eliminación del exceso de agua. Una vez introducida en el horno pasara por diversas etapas.

Bizcochado: Consiste en el sinterizado y cohesión por formación de puentes de vidrio entre aquellas partículas no fundidas. Esta sinterización dependerá de varios factores:

- ✓ Temperatura
- ✓ Baja viscosidad de vidrio
- ✓ Tensión superficial
- ✓ Presión de aire (se reduce a 50mn/Hg con la finalidad de eliminar aire atrapado en las estructuras).

Glaseado: El vidrio fluye a la superficie, se produce por escurrimiento desde la cerámica, en el bizcochado final o el agregado de glaseador en la superficie.

Contracción: Debido a la pérdida de agua y aumento de densidad por el sinterizado, la contracción será aproximadamente del 30%, por ello al elaborar

la restauración se debe agregar mayor cantidad de porcelana para contrarrestar este efecto.

Pigmentado: Puede aplicarse óxidos metálicos coloreadores, para simular aspectos del diente, previamente del glaseado final.⁵ Tabla 3

Clasificación por el sistema de procesado	Nombre comercial	Presentación	Técnica	de colores	Recubierta superficial mediante otras porcelanas
Convencional	Optec Duceram	Polvo+ lechada	Capas sobre troquel	diversos	No precisa
Colada	Dicor	Pastillas: lingotes sólidos	Cera perdida	único	Porcelana feldespática
Torneada	Cerec Dicor MGC Celay Procera Allceam	Lingotes cerámicos	CAD-CAM	diversos	Porcelanas compatibles
Prensada o inyectada	IPS- Empress Optec prensada	Lingotes cerámicos	Cera perdida		Porcelana feldespática
Infiltrada	In Ceram	Polvo: Sustrato poroso y vidrio infiltrado			Porcelana feldespática

Tabla 3. Clasificación de porcelanas de acuerdo al sistema de procesamiento.¹

1.1.1 Vítreas

Los materiales vítrocerámicos o también llamados ácido sensibles (debido a que para su cementación deben ser grabadas), han unido las propiedades y beneficios de los vidrios modernos (no metálicos, excelente dureza, rigidez, fragilidad, transparencia y estructura amorfa), al de las antiguas cerámicas.⁴

Se les puede definir como sólidos policristalinos que se obtienen a través de la cristalización controlada de vidrios.

En las restauraciones vitrocerámicos los cristales no se le agregan en el momento de la elaboración industrial de la porcelana, sino que son resultado de la fusión de los componentes a consecuencia de posteriores ciclos térmicos de calentamiento y enfriamiento.

El término vitrocerámicos se usa generalmente para hacer referencia a vidrios parcialmente cristalizados donde hay presencia de cristales de mica y una matriz vítrea. La nucleación y crecimiento de los cristales de mica se logran mediante distintos tratamientos térmicos.³

Las restauraciones elaboradas con este tipo de porcelanas poseen una importante fase vítrea, por ello necesitan ser grabados con ácidos (fluorhídrico del 5 al 10% durante 60 segundos) y así obtener las microrugosidades ideales para lograr la adhesión e integración física de la superficie. De esta forma se mejora su comportamiento físico y mecánico así como su retención sobre la preparación dental.³ Fig.3

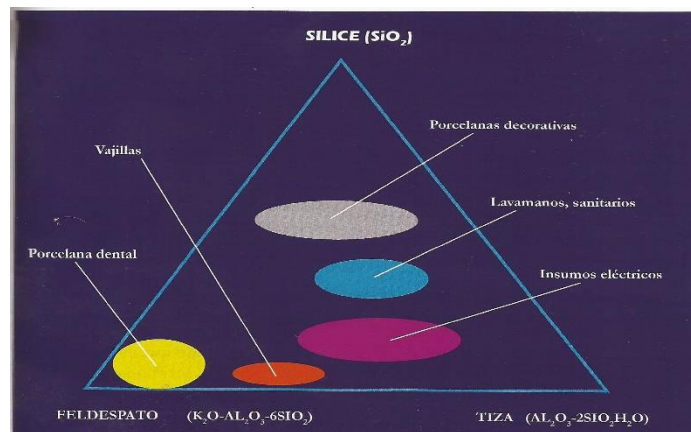


Fig.3 Composición de las porcelanas.⁶

1.1.1.1 Feldespáticas

Las primeras porcelanas de uso odontológico tenían composición similar a las porcelanas comunes, utilizadas para la creación de piezas artísticas. En su contenido se encontraban los tres componentes básicos de las porcelanas: feldespato, cuarzo y caolín. Al pasar el tiempo la composición y estructura de estas se fue modificando hasta llegar a las porcelanas modernas (constan de un magma feldespático en el que se encuentran dispersas partículas de cuarzo, y en menor medida el caolín.²



Las porcelanas dentales son una cerámica vítrea basada en una red de sílice en 44 al 66% y feldespato de potasio o feldespato de sodio, cuarzo en un 12 a 22% y caolín en un 4%. Adicionalmente se le agregan óxidos, opacadores y vidrio que son los encargados de controlar las temperaturas de fusión y de compactación.^{6,7}

El feldespato es el compuesto principal responsable de la formación de la matriz vítrea, formada por silicatos. Se combinan sus valencias libres con el Sodio, Potasio y Calcio, que al mismo tiempo actúan como fundentes. El feldespato no se puede encontrar en la naturaleza de forma pura, sino que solo se encuentre en forma de feldespato Sódico o Potásico.¹

El feldespato se descompone en vidrio, es el encargado de otorgarle la translucidez a la porcelana. El cuarzo le confiere la fase cristalina y el caolín le facilita la plasticidad ideal para el manejo de la cerámica cuando todavía no está cocida.²

Las cerámicas feldespáticas se dividen en dos grupos: Cerámica Feldespática Clásica o Convencional y Cerámica Feldespática Reforzadas con cristales.^{3,4}

Cerámicas Feldespáticas Clásicas o Convencionales: Son las más conocidas por los odontólogos, altamente estéticas, pero su principal defecto deriva en la fragilidad que poseen debido a su baja resistencia a la fractura (56.5 Mpa).^{3,7}

Por sus bajas propiedades se emplea como revestimiento de un núcleo o base metálica que actúa como estructura, así la porcelana convencional le confiere resistencia. Poseen un coeficiente térmico similar al metal que se utiliza como base y sobre el cual se funden íntimamente durante el proceso de cocción y evitar defectos que puedan ocasionar el desprendimiento.³ Fig.4



Fig. 4 Porcelanas Feldespáticas, mayormente utilizadas en restauraciones metal-porcelana. Nótese su excelente translucidez, pero deficiente dureza.³

A este tipo de cerámica feldespática, se le añaden óxidos metálicos como pigmentantes, para obtener los matices necesarios y así lograr la mimetización de un diente natural. Estos pigmentos se producen por la fusión de estos óxidos junto con vidrio fino y feldespatos, se trituran y se añaden al polvo.⁶

Los pigmentos se agregan durante la elaboración de la porcelana para sustituir los diversos tonos y así poder igualar el color del diente vecino y simular fracturas, manchas ocasionadas por tabaquismo, obturaciones entre otras. Los pigmentos se presentan en forma de polvo y su estructura general, son vidrios de baja fusión.

Los pigmentos se pueden agregar durante la confección de la restauración o después del glaseado. Aunque también se pueden agregar después de confeccionar la restauración, tallando ligeramente la superficie colocando el pigmento y horneando nuevamente la restauración.⁵

Los pigmentos (óxidos) mayormente usados con sus respectivos colores son los siguientes.



- Hierro y níquel: café.
- Cobre: verde.
- Titanio: amarillo/café.
- Cobalto: azul.
- Magnesio: azul lavanda.
- Zirconio, titanio y estaño: provocan opacidad.⁶

También se agregan Glaseadores, dadas las características rugosas de la superficie de la porcelana, es permeable a los fluidos orales y a la acumulación de alimentos y/o placa dental bacteriana. La forma de evitarlo, se debe glasear la superficie y existen dos métodos:

- ✓ Se aplican los Glaseadores a la superficie de la restauración ya terminada. Se realiza agregando vidrio transparente o de baja fusión, generalmente se presentan separados en el estuche de la porcelana. Su coeficiente de expansión del glaseador debe ser igual al de la porcelana. De ser mayor, al enfriarse se producirán grietas, en caso de ser menor, se generan descamaciones.
- ✓ El segundo método consiste en dejar la restauración ya elaborada a una temperatura superior después de la cocción final y así permitir la fusión de la capa superficial de la porcelana, Sin embargo el inconveniente resulta en que algunas veces la superficie queda demasiado brillante y la restauración pierde las características superficiales, lo cual hace parecer demasiado redonda. Esta técnica es demasiado precisa aunque la restauración adquiere un aspecto muy natural.⁵

Las marcas comerciales de este tipo de porcelana feldespática convencional son: d-SING®, Vintage®, Luxor®, Duceram®, Flexoceram®, Vivodent PE®, IPS Classic®, entre otras.⁷ Tabla 4

Porcelana: NOMBRE COMERCIAL	COMPOSICIÓN	%	VENTAJAS	INCONVENIENTES
IPS Epress	SiO ₂	63	< cantidad de microporos poca contracción: buen ajuste marginal manipulación relativamente sencilla buena transparencia > resistencia a la torsión que otros cerámicos	Inversión económica en técnica adecuada
	Al ₂ O ₃	17,7		
	K ₂ O	11,2		
	Na ₂ O	4,6		
	Otros:	< 1		
Dicor	SiO ₂	55-65	> resistencia que las feldes- páticas mejor ajuste marginal que jacket convencional	Tiempo de trabajo muy largo Aparatología cara Pérdida maquillaje superficial Discrepancia marginal Cambios de color por el agente cementante
	MgO	12-20		
	MgF ₂	9-13		
	K ₂ O	7-18		
	As ₂ O ₃	0,5-8		
Cerfystore*	Al ₂ O ₃	60	Biocompatibilidad Buena adaptación marginal Buena estética Buena resistencia a compresión	Método de trabajo complejo Coste por aparatología
	MgO	9		
	Vidrio de bario	13		
	arcilla	4		
	silicona	12		
Estearato de calcio	1			
Hi-ceram*	Al ₂ O ₃	67	> exactitud que porcelanas convencionales biocompatibilidad buena resistencia a la fractura	Método de trabajo complejo Coste elevado Cierta opacidad que precisa recubrimiento convencional
	SiO ₂	20		
	K ₂ O	3,5		
	TiO ₂	1,4		
In-ceram	Al ₂ O ₃	85	Buena exactitud Resistencia a la fractura	Método de trabajo complejo Costo elevado Opacidad y color no adecuado: precisa recubrimiento con feldespáticas
	ZrSiO ₄	variable		
Optec.hsp	SiO ₂	62,1	dureza	Alto grado de abrasividad del antagonista
	Al ₂ O ₃	16,6		
	K ₂ O	13,5		
	Otros	10		
Cerapearl	Silice			
	Anhidrido fosfórico			
	Óxido de mg Óxido de calcio			

Tabla 4 Marcas comerciales y características de porcelanas convencionales.¹

Cerámica Feldespática Reforzadas con cristales o de alta resistencia:

Estas cerámicas tienen una composición muy similar a las anteriormente descritas. Poseen al igual un gran contenido de feldespato, sin embargo se caracterizan por que se les incorpora a la masa cerámica determinados elementos que van a aumentar su resistencia mecánica.²

Existen las porcelanas feldespáticas reforzadas con cristales, que son usadas para la elaboración de núcleos o copings, para que posteriormente se funda otra porcelana feldespática más translúcida o de materiales cerámicos más resistentes como lo son la alúmina y la Zirconia, de las cuales se hablara más adelante.



Como se había dicho, el feldespato se encuentra como potásico o sódico, esta fusión de los componentes da origen a un compuesto más resistente: vidrio feldespático que constituye la matriz o fase vítrea y cristales de leucita que forma la fase cristalina.³

La composición química de la cerámica feldespática con cristales de Leucita es de un 63% de cuarzo y un 18% de óxido de aluminio. La perfecta distribución de los cristales de leucita en la matriz de vidrio, que se logra observar durante la fase de enfriamiento contribuye a aumentar la resistencia del material sin exponer la translucidez. La resistencia a la flexión es de 160-300 Mpa.⁷

La unión del vidrio feldespático con cristales de leucita, genera un producto translucido y con alto porcentaje de brillo, características importantes para una restauración estética, debido a que ambos componentes tienen un índice de refracción de la luz similar.

Sin embargo el aumento de contenido cristalino de leucita, aumenta también la capacidad abrasiva.

Sus magníficos resultados estéticos, pero deficientes propiedades físicas las limita únicamente para la confección de frentes estéticos, así como en algunas coronas en el sector anterior sobre muñones que no presenten decoloraciones importantes, también es ideal sobre postes de base orgánica y muñones de composite.

Comercialmente se pueden encontrar en forma de lingotes (lingots) o pastillas que se funden o se inyectan a presión en un molde refractario bajo la técnica de cera perdida.³



Algunas marcas comerciales de este tipo de porcelanas feldespáticas reforzadas con cristales son: *IPS-Empress I®*, *Empress esthetic®*, *Finesse®*, *Cergogold®*.⁷

1.1.1.2 Disilicato de litio

Dentro de las cerámicas reforzadas, que son materiales con mejores propiedades mecánicas, debido a la incorporación de partículas de carga, encontramos la cerámica a base de disilicato de litio (LiSi_2). Una opción ideal de tratamiento, para restauraciones altamente estéticas del sector anterior, así como de dientes posteriores

Esta cerámica presenta alta resistencia mecánica, tiene una resistencia a la flexión de 360 a 400 Mpa y alta estética, debido a los cristales más pequeños y homogéneos que poseen en su estructura, favoreciendo la realización de preparaciones más conservadoras por parte del operador, aumentando su éxito a largo plazo.

El disilicato de litio está compuesto de cuarzo, dióxido de litio, óxido de fósforo, alúmina, óxido de potasio, entre otros componentes, que permiten producir cerámicas vítreas, como resultado de la baja expansión térmica, que se genera cuando se procesa.⁸

El disilicato de litio (*IPS e.max Press® / IPS e.max CAD®*) es una evolución cerámica del *Empress II* de la casa comercial *Ivoclar Vivadent®*. En la *Empress II*, representa un 50-60% de cristales de ortofosfato de litio y disilicato de litio y un 40% de matriz vítrea. Mientras que en *IPS e.max Press/CAD®* los cristales de disilicato de litio representan un 75% y la matriz vítrea supone solo el 25%.⁴ Fig. 5 y 6



Fig. 5 Cristales de disilicato de litio IPS. E.max Press, el tamaño de los cristales es de 3 a 6 micras.³

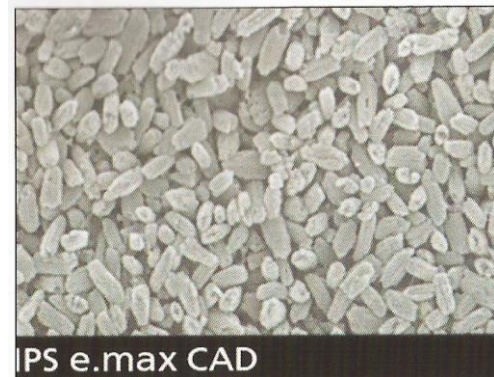


Fig. 6 Cristales de disilicato de litio IPS. E.max CAD, el tamaño de los cristales es de 1.5 micras.³

Esta nueva generación de disilicato de litio, presenta múltiples opacidades y es usado con diversas técnicas de elaboración total, prensado o fresado y proporcionara un monobloque muy parecido al de la restauración final, el cual después puede ser únicamente maquillado y glaseado.

Presenta una tasa de supervivencia del 97.4%, después de pasados 5 años y 94.8% después de 8 años transcurridos.

Según sus fabricantes, esta cerámica al contar con excelentes propiedades mecánicas y de translucidez, puede ser utilizada no solo como núcleo con capas estéticas, sino que también se pueden obtener coronas de cerámica, totalmente anatómicas, sin la necesidad de algún recubrimiento realizando su mimetización por medio de la técnica de maquillaje.

Este tipo de cerámica vítrea puede ser procesado por diversas técnicas: ya sea con la técnica prensada de cera perdida, por inyección a presión o procedimientos de fresado con equipos tecnológicos modernos como lo es el CAD-CAM.^{4,8}



Prensada: La forma prensada del disilicato de litio, se realiza utilizando un proceso de fundición para elaborar las pastillas. Esto implica un proceso continuo de fabricación basado en las propiedades y tecnología del vidrio (fusión, refrigeración, nucleación simultánea de dos cristales diferentes y el crecimiento de cristales) todo esto con la finalidad de estar optimizado constantemente para lograr prevenir los defectos, como pueden ser la pigmentación del material y la creación de poros.

La microestructura del disilicato de litio prensado, consta de un 70% de cristales de litio en una forma similar a una aguja que se encuentra incrustada en la matriz vítrea. Cada cristal mide aproximadamente de 3 a 6 μm de longitud.⁸

Inyección a presión: Se procede a encerar la restauración, se funde una pastilla de disilicato de litio, posteriormente se colara por medio de inyección, finalmente se maquillara la superficie y se glaseara o en su defecto se procederá a recubrir por medio de porcelana feldespática convencional.

Fresado: Se escanea el muñón de manera digital, para posteriormente fresar un bloque de disilicato de litio por medio de la tecnología CAD-CAM. Una vez realizado el fresado, se sinteriza y finalmente se puede maquillar, aunque de igual forma se puede fresar una cofia para poder estratificar sobre esta porcelana feldespática.

Durante el procesado de disilicato de litio para CAD-CAM, el material presenta dos tipos de microestructuras y dos tipos de cristales. La estructura intermedia de esta es el metasilicato de litio, esta permitirá un fresado fácil y evitar así el desgaste excesivo de la fresadora.

Las pastillas y bloques de disilicato de litio para fresado tienen cinco grados de translucidez/opacidad, los cuales pueden ser: pastillas LT (Low

translucency) baja translucidez, pastillas MT (médium translucency) media translucidez, pastillas HT (High Translucency) alta translucidez, así como pastillas MO (médium opacity) media opacidad y por ultimo pastillas HO (High opacity) alta opacidad (fig.7).⁴



Fig. 7 Pastillas de disilicato de litio con distintos niveles de opacidad/translucidez. (IPS e.max)

Las tonalidades de pastillas MT y LT se destinan generalmente para carillas e incrustaciones, por otro lado las pastillas MO y HO están destinadas para coronas. Aunque las pastillas MO son la primera elección para realizar carillas en aquellos dientes que modificaron su tono debido al uso de tetraciclinas u otras tinciones más intensas (fig.8).⁴

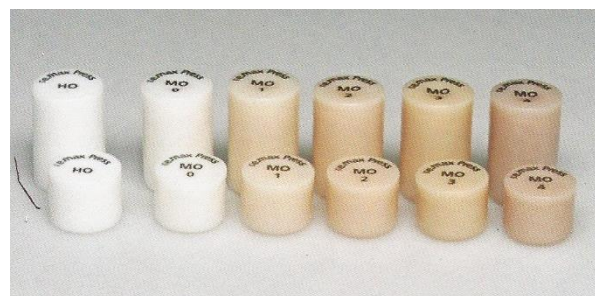


Fig. 8 Pastillas de tonalidad MO y HO, destinadas para coronas. (IPS e.max)

Si en un grupo anterior se desean mezclar coronas y carillas, se recomienda optar por las pastillas LT, con la finalidad de conseguir un resultado estético similar.

Para el punto de vista estético, no se recomienda la elección de una restauración monolítica o maquillada, se recomienda siempre el uso de una restauración de disilicato de litio recubierta por porcelana feldespática ya sea de forma parcial para la elaboración de carillas por medio de la técnica cut-back, o totalmente para la elaboración de coronas.⁴ Fig.9



Fig. 9 Restauración de disilicato de litio.⁸

En cuanto al sector posterior el disilicato de litio está recomendado para la realización de onlays, usadas en forma monolítica o maquillada. También puede ser utilizado para elaborar coronas de premolares y molares.⁴

Este tipo de porcelana es ideal para combinar con postes de base orgánica, reforzados con fibras translúcidas que le ayudan a conseguir mayor grado de translucidez y armonía.³

Ya que en su estructura mantienen una gran cantidad de fase vítrea, pueden ser grabadas con ácidos para poder conseguir microrugosidades y posterior adhesión una vez infiltradas por las resinas con las cuales se van a cementar.⁴

1.1.2 No Vítreas

En esta sección encontramos otro grupo de cerámicas denominadas no vítreas o policristalinas (también llamadas no ácido sensibles), debido a la

ausencia de la fase vítrea en su estructura y a que solo contienen cristales. Dentro de este grupo tenemos como precursor a las cerámicas aluminosas, sin embargo en los últimos años se ha visto superadas por las porcelanas zirconiosas sin fase vítrea ya que está constituida prácticamente en su totalidad por óxido de zirconio.

Estas porcelanas no vítreas o policristalinas (alúmina y Zirconia) están indicadas para el sector anterior, siempre recubierta por porcelana feldespática, debido a que una característica negativa de su composición es su alto grado de opacidad y baja estética. Y en el sector posterior por su excelente resistencia a la flexión.⁴ Fig.10

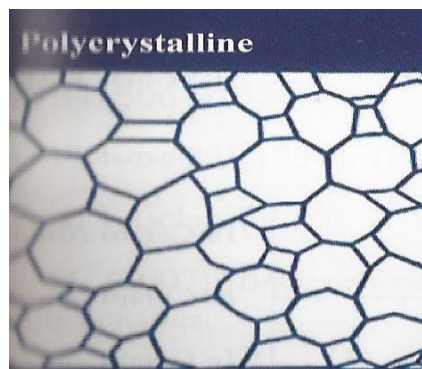


Fig. 10 Estructura de las cerámicas policristalinas.⁶

Este grupo de porcelanas tienen propiedades mecánicas similares al metal y admiten fijaciones tanto mecánicas como semiadhesivas, donde se emplean cementos convencionales o cementos semiadhesivos a base de resina siempre que existan excepciones como cementación de coronas sobre muñones cortos, logrando así una excelente fijación, sin embargo no deben ser grabadas con ácidos por su alto contenido cristalino, ya que se han realizado estudios y se ha comprobado que al realizarse un grabado en estas restauraciones la adhesión de las mismas disminuye.³

1.1.2.1 Alúminas

Las cerámicas alúminas surgen por primera vez en el año de 1965 con McLean y Hughes, cuando estos investigadores añadieron grandes cantidades de óxido de aluminio (Al_2O_3) a las porcelanas feldespáticas, con la finalidad de mejorar algunos de los más graves problemas que presentaban en su momento las porcelanas feldespáticas, su fragilidad.^{1,2,3,4}

Como resultado se obtuvo un material con microestructura mixta, el cual la alúmina al poseer una temperatura de fusión elevada con respecto a las porcelanas feldespáticas, quedaba repartido en la estructura de estas en pequeñas partículas dispersas, mientras que las porcelanas feldespáticas al tener un punto de fusión más bajo, actuaban como matriz.¹ Fig.11

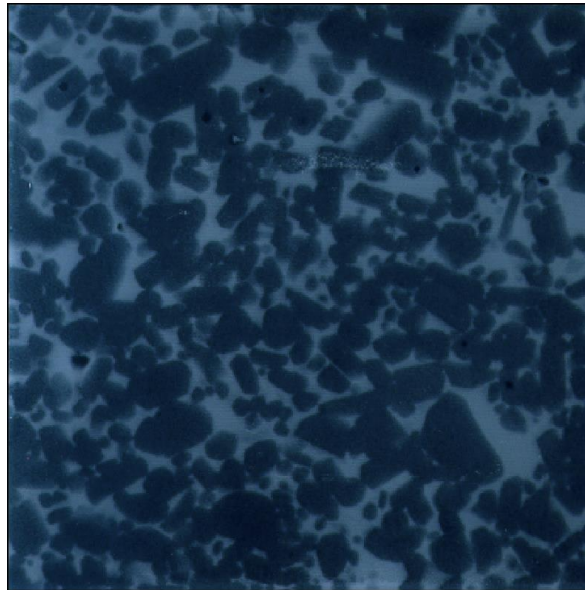


Fig. 11 Microestructura de la Cerámica In Ceram, con contenido de Alúmina.²

La incorporación de estos cristales mejoraban de forma significativa las propiedades mecánicas de la porcelana, debido a que le proporcionaban



mayor tenacidad, lo que produjo que comenzaran a realizarse coronas totalmente cerámicas con este material.²

Debido a que presentaban cristales de mayor dureza, suponía mayor refuerzo para la estructura. Por ello la presencia de cristales expresada en porcentajes es muy variada y puede superar según el sistema y elaboración de la estructura el 80 % de la masa.

De tal modo la presencia variable de cristales de alúmina, va a determinar de forma variable su estructura por consiguiente existirán variaciones de resistencia a la fractura por flexión (de 200 a 600 Mpa) y variaciones en su opacidad.³

El contenido de alúmina, se puede distinguir en tres subcategorías:

- » Cerámicas con un 40% de alúmina (Jacket de McLean)
- » Cerámicas con un 65% de alúmina (*Cerestore®*, *All-Ceram®*)
- » Cerámicas con un 85% de alúmina (*In Ceram® de Vita*)⁴

Al tener presencia la alúmina en este tipo de cerámicas, hace que el vidrio presente en la porcelana, disminuya una de sus características negativas: ser menos quebradizo. Sin embargo este efecto también disminuye la desvitrificación, proceso que consiste en la cristalización de la cerámica, lo que la vuelve opaca por perder su estructura amorfa o vítrea.¹

Por tal motivo cuanto más contenido de alúmina tenga presente la porcelana, más opaca, mate y antiestética se vuelve, lo que obligaba a los profesionales de la salud a realizar preparaciones y tallados más agresivos para alcanzar mejores valores estéticos.²

Al tener grandes propiedades mecánicas, se opta por la elaboración de núcleos y copings que son finalmente revestidos con porcelanas feldespáticas convencionales compatibles, que le otorguen alto grado de estética y una dureza similar a restauraciones metal-cerámicos y pueden actuar como estructura de puentes en el sector posterior.

1.1.2.1 Zirconias

“El zirconio o circonio (Zr) es un elemento químico de número atómico 40 y peso atómico 91.22, situado en el grupo 4 de la tabla periódica de los elementos químicos”

“Los minerales más importantes en los que se encuentra son el circón ($ZrSiO_4$) y la badeleyita (ZrO_2)” (fig.12).⁹

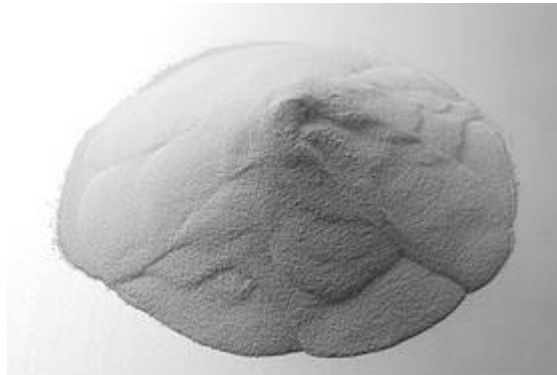


Fig. 12 Estructura de la zirconia.

El zirconio es de los minerales más antiguos y que abundan en la corteza terrestre, de este material se obtiene el óxido de zirconio, el cual fue introducido en el área de la odontología en la década de los 90.^{3,4}

Este material ha despertado mucho interés en el ámbito odontológico debido a sus excelentes propiedades físicas combinadas con estética superior con relación a una restauración de aleación metálica.

El óxido de zirconia, a presión atmosférica y en estado puro, puede asumir tres formas cristalográficas dependiendo de su temperatura:

- * Fase monoclinica: de temperatura ambiente a 1170 °C.
- * Fase tetragonal: de 1170°C a 2370°C
- * Fase cúbica: de 2370°C a los 2700°C (temperatura de punto de fusión) (fig.13)⁴.

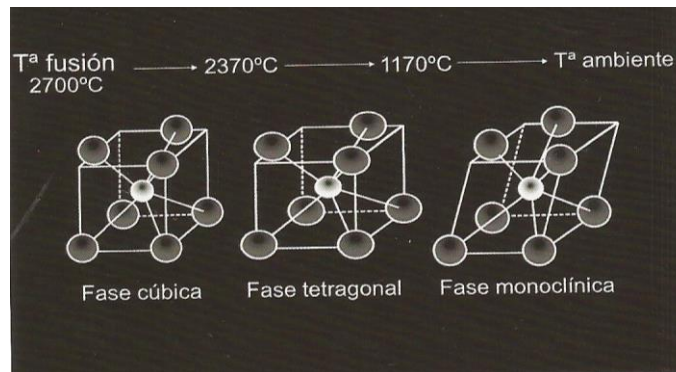


Fig. 13 Fases de temperatura de la zirconia

Sin embargo presenta un gran problema debido a que el cambio de estructura es reversible con relación a la temperatura, es decir que al enfriarse y pasar de la fase cubica o tetragonal a la monoclinica o en cuestiones de temperatura del punto de fusión a temperatura ambiente, se producirá un aumento de volumen del 5% en la estructura, además de tensiones que producirán fracturas y finalmente harán que fracase el material.

Para evitar este efecto es necesario estabilizar el óxido de zirconia, incorporando óxidos metálicos tales como el óxido de itrio (Y_2O_2), óxido de magnesio (MgO) y óxido de calcio (CaO) y que tienen como objetivo el estabilizar y mantener a la zirconia en la fase cubica o tetragonal, en temperatura ambiente y evitar que llegue a la fase monoclinica y se altere su estructura de una forma eficaz y altamente estable.²⁴ Fig.14

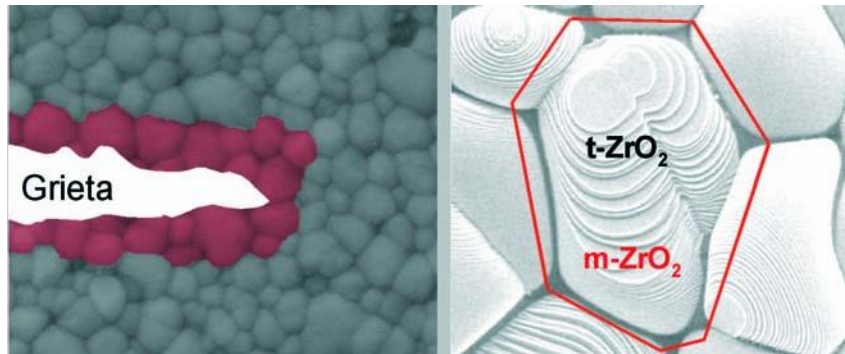


Fig.14 Estabilización del zirconio por medio de óxido de itrio.⁹

El resultado de esta estabilización es el Y-TZP (Yttrium stabilized Tetragonal Zirconia Polycrystals ceramic, nombre en inglés para óxido de zirconio tetragonal estabilizado con itrio). El Y-TZP contiene cristales en forma tetragonal que se modifican a forma hexagonal cuando son sometidos a tensiones. De este modo se dificulta la propagación de la dislocación o crack otorgando a la estructura una muy alta resistencia.⁴

Este fenómeno de estabilización y agregado de 2 o 3% de óxido de itrio le confiere a estas cerámicas una resistencia a la flexión mucho mayor con respecto a la de la zirconia pura. Su resistencia flexural es de 1600 a 2000 Mpa, ampliamente superior a cualquier tipo de cerámica que se utilice actualmente.

De tal modo la convierten en un material con excelentes ventajas como son biocompatibilidad, altos valores de sus propiedades mecánicas, excelente dureza similar a una restauración a base de metal, mejor estética comparada con las porcelanas alúminas ya que aunque su translucidez es pobre debido a que bloquean gran parte de la luz que reciben, permiten la ausencia de bordes negros en el área cervical. Además su baja conductividad térmica, le permite que no haya cambios térmicos y por ende algún tipo de sensibilidad con respecto a los órganos dentales que se desean restaurar.^{3,9}



A lo largo de su evolución se han desarrollado 4 generaciones de óxido de zirconia, cada una muestra modificaciones y mejoras que permiten la evolución del material.

- ✚ **Primera generación:** Es óxido de zirconio parcialmente estabilizado en un 3% de óxido de itrio (3Y-TZP), presentaba también óxido de aluminio en un 0.25% en peso. Tenía propiedades mecánicas muy buenas (1000 Mpa), debido al refuerzo por transformación, el único e importante inconveniente que presentaba es que era totalmente opaco. Las marcas comerciales más importantes de esta generación eran: *Lava Classic de 3M®*, *Prettau Zirconia de Zirkonzhan®*, *Kavo Everest de ZH de Kavo®*, *IPS e.max ZirCAD MO de Ivoclar Vivadent®* y *VITA YZ T de VITA®*

- ✚ **Segunda generación:** Nace en el mercado en el año 2012, seguía siendo óxido de zirconio y un 3% de óxido de itrio (3Y-TZP). Sin embargo el objetivo de esta generación era volverla más translúcida con relación a la primera generación. Todo esto por medio de la reducción de la cantidad (0.05%) y del tamaño de los granos de óxido de aluminio y reacomodo de estos en la estructura del óxido de zirconia, sin comprometer las características mecánicas existentes. Aquí surgen los productos *LAVA Plus de 3M®*, *VITA YZ TH de VITA®*, *Cercon Ht de Denstply Sirona®*. *Katana HT/ML de Noritake®*, *InCoris TZI de Denstply Sirona®* y *Bruxzir de Full-Strength de Glidewell®*.

- ✚ **Tercera Generación:** Un esfuerzo mayor por mejorar las propiedades ópticas de este material, que aún eran por debajo con respecto a una cerámica vítrea, se crea la tercera generación de la zirconia, modificando a un 5% de óxido de itrio, además se ha reducido la proporción de alúmina a un 0.01% y la concentración de los cristales en la fase cubica era del 53%. Se ha logrado estabilizar la zirconia

totalmente después de 2 generaciones. Sin embargo se logra una estructura más isotrópica por lo que generan menor dispersión de luz dando lugar a una mayor translucidez. A diferencia de las anteriores generaciones donde era parcialmente estabilizado, ocasiona que se pierda el refuerzo que se producía cuando la estructura era sometida a tensiones, por consiguiente obtiene peores características mecánicas (600-700 Mpa) lo que limitaba su uso a coronas unitarias y dejando de lado los puentes fijos, debido a que las dos primeras generaciones tenían mucho mejores propiedades mecánicas. Esta generación es representada por las siguientes marcas: *LAVA Esthetic de 3M®*, *Cercon xt de Denstply Sirona®*, *Katana UT/UTML de Noritake®*, *Prettau Anterior de Zirkozhan®* y *Bruxzir Anterior de Glidewall®*.

- ✚ **Cuarta generación:** La última generación trata de tener las mejores propiedades tanto mecánicas como ópticas, a base de la modificación de los componentes de su formulación, óxido de aluminio al 0.01%, óxido de itrio al 4% y los cristales de la fase cúbica han descendido al 25%. Las marcas comerciales actuales son: *IPS e.max ZirCAD MT de Ivoclar Vivadent®*, *Katana ST/STML de Noritake®* y *Zenostar MT de Wirland®*.⁴

Por último el procesado y creación de restauraciones de zirconia es mediante el uso de CAD-CAM y consta de 2 etapas: la primera es el escaneado y diseño y la segunda el fresado.

Primera etapa

Escaneado: Este proceso puede ser realizado en boca, mediante un escáner intraoral o también llamado óptico, o en el laboratorio mediante un escaneo similar pero al modelo de trabajo, mediante escáneres mecánicos, de laser u ópticos (fig.15).⁹

Diseño: Realizado con software operativo el cual es variable a distintos sistemas y marcas (fig.16).⁹



Fig. 15 Escaneado del modelo de trabajo por medios mecánicos, laser u ópticos.

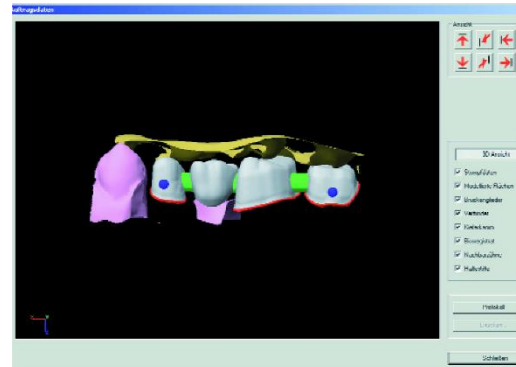


Fig. 16 Diseño de la restauración con software.

Segunda etapa

Fresado: Una vez sea obtenido el escaneado y el diseño de las restauraciones, se procederán a convertirlas físicamente por medio de máquinas especiales que convertirán un bloque de zirconia en las restauraciones finales que obtendremos (fig.17).⁹



Fig. 17 Fresado de la restauración por medio de máquinas especiales que convierten los bloques de zirconia en coronas e incrustaciones.



CAPÍTULO 2 TIPOS Y SISTEMAS DE CEMENTACIÓN

Los cementos dentales en la actualidad han marcado un antes y un después en mejora de restauraciones más duraderas, por ello deben cumplir con una serie de requisitos fundamentales para lograr una adhesión íntima entre las restauraciones y los tejidos dentales de tal modo que se forme un solo cuerpo, el cual no debe tener defectos en la interfaz, lo que deriva en no permitir percolaciones y filtraciones marginales, además de ser biocompatible y no ocasionar irritaciones dentino-pulpaes, así como evitar el ingreso de microorganismos en el espacio entre la restauración y la dentina, y por último tampoco permitirá la reincidencia de caries.

Por ello es necesario comprender dos conceptos importantes en los cementos dentales: adhesión y cohesión.

- ❖ **Adhesión:** Unión íntima entre dos superficies diferentes por fuerzas inter-faciales.

- ❖ **Cohesión:** Unión íntima entre dos superficies de la misma naturaleza, por fuerzas inter-faciales.

De tal modo que todos los cementos dentales al ser de distinta naturaleza a los tejidos dentales, usarán el concepto de adhesión.

Según la Sociedad Americana de Ensayo de Materiales (ATSM, por sus siglas en inglés), define los siguientes términos de forma complementaria.

- **Adhesivo:** Sustancia capaz de mantener unidos dos materiales por atracción superficial.



- **Adhesión:** Estado en el cual dos superficies se mantienen unidas por fuerzas inter-faciales, que pueden ser de valencia primaria (químicas) y/o acompañadas de enlaces secundarios y fuerzas mecánicas.⁶

Los cementos en odontología son usados con mucha frecuencia y presentan muchísimas variaciones. Algunos tienen un uso totalmente específico aunque otros tienen múltiples usos.¹⁰

Ningún cemento dental se define como universal ya que no cumple con todas las especificaciones, sin embargo la gama de cementos existentes permite al profesional de la salud optar por algún cemento de primera elección con respecto a otros en ciertas aplicaciones. Por ello podemos afirmar que existe una amplia gama de cementos dentales para diversos procedimientos.

Por tal motivo es fácil y muy común confundirse al momento de seleccionar alguno en determinadas situaciones.

Los usos que tienen los cementos dentales son los siguientes:

- ☒ **Protección pulpar:** Debido a efectos bacterianos que son muy comunes en la caries dental, a la respuesta biológica ocasionada por los efectos químicos presentes en los cementos dentales e incluso por agresión mecánica ocasionada por el profesional oral al cortar los tejidos duros del diente durante la eliminación de caries, y al final presenta irritación pulpar. Para este tipo de casos es necesario colocar barnices, recubrimientos pulpares, forros cavitarios y bases, las cuales van a actuar como protección de la pulpa y barrera protectora entre la restauración y la dentina.
- ☒ **Restauraciones:** Aunque los cementos dentales son muy usados para restaurar un órgano dental, no es la primera elección como una restauración definitiva, todo esto debido a que poseen poca dureza,



deficiente resistencia al desgaste y a su alta solubilidad. Sin embargo los cementos dentales son utilizados como restauraciones provisionales, basadas en situaciones de emergencia una vez el tiempo clínico no haya permitido la colocación definitiva de una restauración permanente. Este tipo de restauraciones temporales son colocadas en dientes sintomáticos ya que algunos cementos dentales (óxido de zinc y eugenol) actúan como sedantes y están en evaluación endodóntica o en caso de esperar una restauración indirecta (Incrustaciones y coronas).

- ☒ **Apósitos Quirúrgicos:** Utilizados consecuentemente de un procedimiento quirúrgico, ya que brindan protección y soporte al área intervenida, además le da comodidad y confianza al paciente.
- ☒ **Cementación:** Como agentes cementantes son utilizados de manera temporal o permanente. Un agente cementante se considera como un material viscoso que es colocado entre una estructura dental y una prótesis o restauración. El principal propósito del agente cementante es rellenar la interface existente entre la restauración y la estructura dental.¹⁰

Propiedades de los cementos dentales.

Las propiedades presentes en todos los cementos dentales van a diferir de un tipo de cemento a otro. Por ello el odontólogo es el encargado de conocer y evaluar todas sus propiedades tanto físicas, como biológicas y mecánicas para elegir el ideal para cada tratamiento dental que desarrolle. Las propiedades más importantes a evaluar son: dureza, viscosidad, solubilidad, biocompatibilidad, retención, estética y fácil manipulación.

Resistencia. Los cementos dentales son materiales frágiles con buena resistencia a la compresión, pero limitada resistencia a la tensión, La resistencia de los cementos dentales es controlada por la proporción del



polvo-liquido, si bien el aumento en esta proporción, aumenta también la resistencia del cemento, excederse podría terminar por debilitarlo.

Solubilidad. Uno de los problemas más importantes de los cementos dentales, es la solubilidad ocasionada por la humedad presente en el medio oral. Esta tendencia a disolver los componentes de los cementos, favorece a la microfiltración, recurrencia de caries, y fracaso de restauraciones. Por tal motivo la mayoría de los cementos usados en odontología, se desintegran antes de tiempo. Un factor determinante en que influye de manera amplia en la solubilidad de los cemento dentales, es la cantidad de polvo incorporada a la mezcla, entre más cantidad, mayor solubilidad presentara.

Viscosidad o grosor de la película. Es la consistencia de un cemento una vez mezclado respecto a su habilidad de fluir bajo presión. Es de gran importancia esta propiedad para aquellos que cementen restauraciones indirectas.

Biocompatibilidad: La mayoría de los cementos se presentan en una relación de polvo de óxido de zinc o polvo de vidrio y un ácido. Es importante saber que estos ácidos al momento del cementado y posterior fraguado influyen en la sensibilidad pulpar, debido a sus variaciones en el pH y a las variables en la manipulación del cemento. Por ello es indispensable que el material sea confiable y biocompatible con relación a donde se administre.

Retención: Una adecuada adhesión es un componente fundamental para lograr una retención en prótesis fija, así como en odontología restauradora.

Estética: Los cementos vienen en una gran variedad de tonos y opacidades para poder cementar restauraciones estéticas, tales como carillas de porcelana, incrustaciones onlays cerámicas y coronas.¹⁰

2.1 Cementación mecánica

La cementación mecánica o adhesión mecánica, corresponde a una unión íntima entre dos materiales, por medio de una traba mecánica y es la dificultad de desplazamiento o retención entre estos componentes.

Este tipo de unión mecánica se basa en engranaje de un material con otro y se distingue por dos formas:

Efectos geométricos: Figuras que forman algún efecto de traba.

Efectos reológicos: Se explica cuando una sustancia de consistencia plástica o fluida que endurece alrededor de una proyección y al solidificar sufre una contracción que finalmente produce una retención (fig.18).^{6,11}

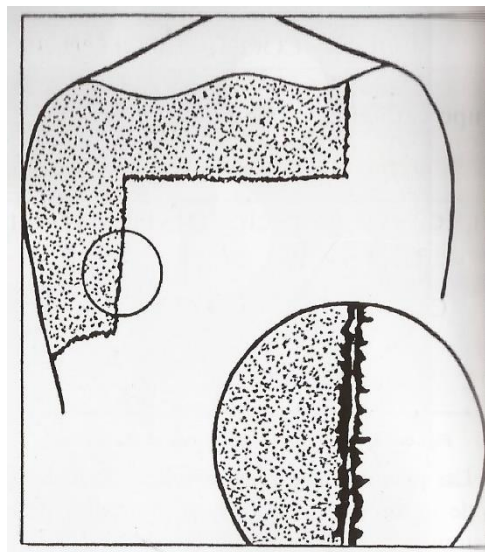


Fig. 18 Cementación mecánica, nótese las microporosidades que forman una traba.

2.1.1 Policarboxilato de zinc

En la búsqueda de un cemento adhesivo que se pueda unir fuertemente a estructuras dentales, surge el Policarboxilato de zinc, considerado el primer sistema que desarrollo adhesión específica al diente.¹²

Los sistemas de Policarboxilato vienen en presentación de polvo líquido. El polvo contiene básicamente óxido de zinc, adicionado con 1 a 5 % de óxido de magnesio. Aunque en algunas presentaciones se puede sustituir el magnesio por óxido de estaño u óxido de bismuto o aluminio en una concentración de 10 a 40%. También se le añade un porcentaje de fluoruro de estaño para mejorar las propiedades mecánicas y del mismo modo proveer reservas de fluoruro soluble.^{12,13} Fig.19

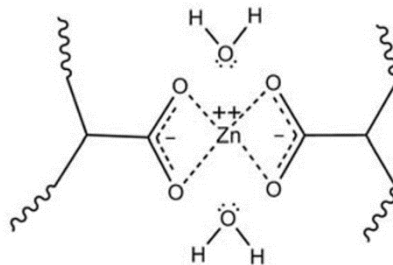


Fig.19 Estructura del policarboxilato de zinc.¹⁴

El líquido es una solución acuosa de ácido poliacrílico o un compomero de ácido acrílico incorporado con otros ácidos carboxilatos insaturados, un ejemplo es el ácido itaconico¹².

El compuesto de ácido acrílico se define como un ácido débil carboxílico, el cual posee propiedades quelantes, los cuales tiene la capacidad de atrapar o

retener iones metálicos presentes en el óxido de zinc del polvo, y al mismo tiempo brindarle adhesión específica al diente. Fig.20

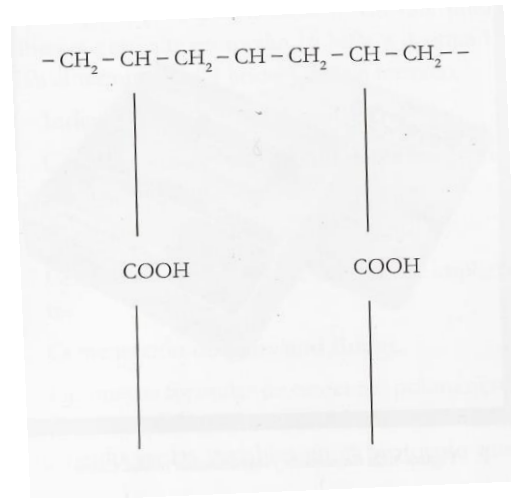


Fig. 20 Estructura del poliácido del policarboxilato de zinc.⁶

Del mismo modo la presencia en la composición de este sistema cementante de ácido tartárico y maleico, regulara tiempos de mezclado.

La norma que le otorga la ADA es la numero 96 que corresponde a los cementos a base de fosfatos de zinc.

Los Policarboxilatos de zinc se clasifican de acuerdo a la norma en los siguientes usos:

- Material cementante
- Forro cavitaria o base.

Al mezclarse la base con su respectivo catalizador, la reacción acido-base entre el polvo y el líquido hará que la acidez presente en la mezcla, se neutralice por el efecto del óxido de zinc y el óxido de magnesio.¹⁴ Fig.21

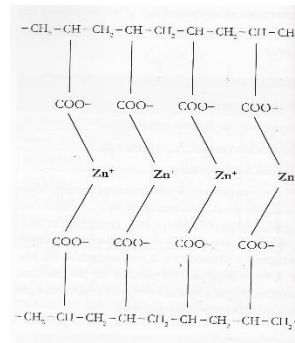


Fig. 21. Reacción química final del policarboxilato de zinc.⁶

El fraguado de este cemento se regirá por la disolución de la superficie de las partículas de ácido que libera la mezcla del zinc, magnesio y estaño las cuales se van a entrelazar en una cadena de polímeros, dada por los grupos carboxilo del líquido, dando como resultado la formación de una sal transversal, mientras se termina el proceso de fraguado.¹²

La velocidad del fraguado es afectada por la relación del polvo/líquido, la reactividad del óxido de zinc, tamaño de las partículas, presencia de aditivos y la concentración del ácido poliacrílico. El tiempo oscila entre 5 a 8 minutos a temperatura ambiente, mientras que en el medio oral es de 2.5 a 3.5 minutos.¹³

Una vez endurecido el cemento, este estará constituido por una matriz amorfa en consistencia de gel, donde se encontraran dispersas todas aquellas partículas que no reaccionaron.¹²

La resistencia a la compresión que adquiere este material es de 62 a 83 MN/m² en su modalidad para cementación de restauraciones indirectas, mientras que su resistencia traccional es de 6 a 7 MN/m².¹³

El cemento de policarboxilato de zinc, se debe usar cuando la mezcla sea de consistencia brillante, después de que pase esa fase pierde su capacidad adhesiva. Una vez endurecido el cemento, es necesario esperar unos minutos para poder eliminar excedentes ya que su etapa elástica inicial, propicia el desgarro que pueden provocar espacios vacíos al desprenderlo.¹⁴ Tabla 5

Policarboxilato de zinc	
Ventajas	Desventajas
1. Se adhiere a la estructura dental	1. Alta solubilidad
2. No es irritante para la pulpa	2. Poca resistencia
3. Económico	3. Tiempo de trabajo corto
4. Fácil de usar	

Tabla 5 Ventajas y desventajas del cemento de Policarboxilato de zinc.¹⁰

Algunas marcas comerciales de este cemento son las siguientes. Tabla 6.⁶

Policarboxilatos de Zn	
Productos comerciales	
Nombre	Productor
Durelon	- Premier Dent. Prod
PCA	- S.S.White
Tylock	- L.D.Caulk
Policarboxilato Zn	-Shofu

Tabla 6 Productos comerciales del cemento de policarboxilato de zinc.

2.1.2 Fosfato de zinc

El fosfato de zinc, es un cemento de reacción ácido-base que presenta alta resistencia y baja solubilidad. Es un cemento que al igual que el policarboxilato de zinc, se les conoce como *fijados a agua o a base de agua*.



Su composición es de polvo/líquido. El polvo está conformado principalmente de óxido de zinc en un 90% y de óxido de magnesio, a una concentración del 10%.

El líquido está comprendido de ácido ortofosfórico y contiene aproximadamente 40% de agua y un 2.5% de fosfato de aluminio. En algunas situaciones se forma un 5% de fosfato de zinc. El agua juega un papel fundamental ya que controlara la ionización del ácido. Las sales presentes en este material ayudan también a controlar la velocidad de las reacciones además los iones de aluminio favorecen a la formación de un producto de reacción amorfa lo cual dará un cemento más resistente.¹³ Fig.22

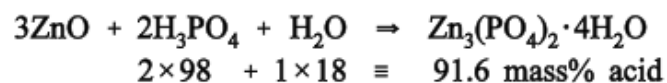


Fig. 22 Composición química del cemento de fosfato de zinc.¹³

Este cemento está clasificado en la ADA con el número 96, igual que el cemento de policarboxilato de zinc.

Se clasifican para dos usos principalmente:

- Material Cementante
- Forro cavitario.

Al mezclarse, se produce una reacción ácido-base entre el polvo de óxido de zinc y el líquido de ácido fosfórico, los cuales producirán una reacción que generara calor (exotérmica) y que finalmente dará como resultado un fosfato de zinc, de ahí su nombre. Cabe señalar que el odontólogo deberá controlar la cantidad de calor que se va a generar durante la reacción.¹⁴



El tiempo de fraguado es el lapso medido que va desde el tiempo que se empieza la mezcla y se produce la viscosidad del cemento además es lo suficientemente baja para fluir a una presión determinada y formar una película delgada, entre el diente y una restauración. Durante este proceso la velocidad de reacción de la matriz, va a ser la que determine el tiempo de trabajo. Una vez superado el tiempo de fraguado, significa que la formación de la matriz ha alcanzado un punto donde las alteraciones físicas externas, no podrán causar cambios dimensionales permanentes. Se define como un tiempo de fraguado razonable del fosfato de zinc, entre 5 y 9 minutos.

Los tiempos que permiten la manipulación del cemento antes del fraguado, en algunas ocasiones es conveniente extenderlos, para proporcionar un suficiente tiempo de espatulado y manipulación. Algunos factores que influyen en los tiempos de fraguado y trabajo son los siguientes:

- ✍ **Proporción polvo-liquido.** Se pueden incrementar los tiempos de fraguado y trabajo del cemento de fosfato de zinc, al reducir la proporción polvo-liquido. Sin embargo este procedimiento modifica las propiedades físicas además de dar un pH inicial, mucho menor a la mezcla convencional.
- ✍ **Velocidad de Incorporación del polvo.** Al incorporar una pequeña cantidad de polvo dentro del líquido, para los primeros incrementos, aumenta el tiempo de trabajo y fraguado por reducción de la cantidad de calor generado y permite la incorporación de más polvo a la mezcla. Este es el procedimiento más recomendado para la mezcla del fosfato de zinc.
- ✍ **Tiempo de espatulación.** Los profesionales orales que prolongan el tiempo de espatulación, destruyen la matriz que se va formando. Esta destrucción, se traduce en que la matriz necesita de mayor tiempo para poder reconstituir su volumen.

☞ **Temperatura de la loseta de vidrio.** El método mayormente efectivo para controlar tiempos de fraguado y trabajo, consiste en modificar la temperatura de la loseta de vidrio. Al enfriar la temperatura de la loseta de vidrio retarda la reacción química entre el polvo y el líquido y por ende a la formación de la matriz. Esto permite el agregado óptimo del polvo al líquido, sin la mezcla que desarrolle alta viscosidad.¹² Tabla 7

Fosfato de cinc	
Ventajas	Desventajas
1. Largo historial clínico	1. Irritación pulpar inicial
2. Espesor de película delgado	2. Sólo se une por unión mecánica
3. Económico	3. Técnica sensible a la proporción y al mezclado
4. Alta rigidez	4. Relativamente alta solubilidad
5. Bajo costo	

Tabla 7 Ventajas y desventajas del cemento de fosfato de zinc.¹⁰

Marcas comerciales del cemento de fosfato de zinc (tabla 8)⁶.

Cementos de fosfato de zinc	
Productos comerciales	Fabricante
Tipo I Grano fino-cementantes	
Stocent	Stodent. Int.
Hy-Bond Zinc Phosphate	Shofu D.C.
Modern Tenacin	L.D. Caulk
Smith's Zinc	Teledyne Getz
S.S. White Zinc improved	S.S. White
Tipo II Grano medio	
Ames Z-M. Teledyne Getz	

Tabla 8 Marcas comerciales del cemento de fosfato de zinc.

2.1.3 Ionómero de vidrio

Con la necesidad de crear un cemento que tenga mejores propiedades tanto mecánicas, adhesivas y ópticas, surge el Ionómero de vidrio en el año de 1970.¹⁵

Los cementos de Ionómero de vidrio están relacionados con los cementos de silicato. El cemento de silicato es el precursor del ionómero de vidrio y está formado a base de polvo de alúmino-silicato y un líquido catalizador que contiene base de ácido fosfórico los cuales presentaban como innovación la presencia de iones flúor, esta propiedad le proporcionaba al cemento una acción anticariógena. Además, debido al vidrio presente en la mezcla, el coeficiente de expansión térmica era similar al de los tejidos dentarios. Sin embargo el mayor inconveniente que presentaban estos cementos era su alto grado de acidez (provocado por el ácido fosfórico) y su poca adhesión dentaria por ello actualmente están fuera de uso.^{14,16} Fig.23



Fig. 23 Cemento de silicato de la marca comercial Speiko, actualmente en desuso.¹⁸

También llamados cementos de polialquenoato de vidrio, los ionómeros de vidrios contienen en su composición original aluminofluorosilicato de calcio o de estroncio como base, el cual es el polvo de los cementos de silicato convencionales y de catalizador o líquido un poliácido o polímero soluble en agua, el cual es el líquido presente en el carboxilato de zinc. Con esta combinación se pretendían aprovechar las propiedades adhesivas del

policarboxilato así como la liberación de flúor, estabilidad dimensional y reducir la acidez presente de los cementos de silicato.¹⁴ Fig.24

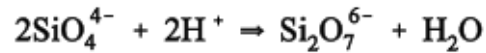


Fig.24 Composición del ionómero de vidrio.¹³

Al igual que los anteriores cementos, esta mezcla funcionaba a base reacción ácido-base. Con la creación de este cemento se pensaba erradicar los inconvenientes que presentaban los cementos de carboxilato y fosfato de zinc, que consistían en la deficiente estética y el alto grado de acidez que presentaban al activarse.¹⁵

El polvo contiene aluminofluorosilicato de calcio, compuesto (34%), dióxido de sílice (29%), óxido de aluminio (16.5%) así como fosfatos y fluoruros de aluminio y sodio.

El líquido está estructurado por un 47% de ácidos copolímeros, en una solución acuosa en relación 2:1, en el cual el ácido poliacrílico, está en mayor cantidad con relación al ácido itaconico. La función del ácido itaconico es reducir la viscosidad e inhibir la gelación. Se incorpora ácido tartárico o ácido maleico para acelerar el polimerizado. Fig.25

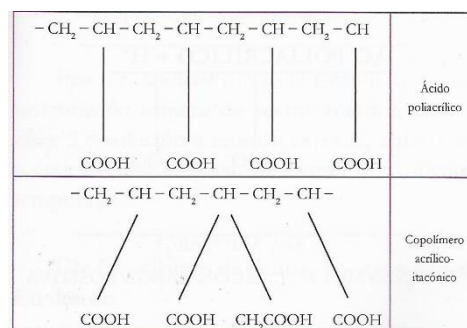


Fig. 25 Componentes del ácido poliacrílico y el copolímero acrílico-itaconico.⁶

El último componente fundamental de la composición es el agua, ya que sin la presencia o con exceso de esta, producirá modificaciones estructurales, los cuales se traducen en resquebrajamiento al desecarse.

El Ionómero de vidrio se encuentra clasificado en la norma 96 de la ADA, la cual rige a todos los cementos a base de agua.

El Ionómero de vidrio tiene 3 principales utilidades.

- ♣ Material cementante
- ♣ Forro o base
- ♣ Material de restauración.¹⁷

Al mezclarse la base con el catalizador de este cemento, la reacción química que se produce se inicia con la liberación de iones de óxido de calcio y de aluminio y Flúor. Los iones de calcio reaccionan rápidamente en el líquido catalizador el cual por su acción quelante similar al policarboxilato de zinc, forma puentes de sales en aquellos grupos carboxilo con carga negativa. Esta acción produce entrecruzamientos de cadenas de poliácido, el cual generara el fraguado inicial y como producto una primera sustancia denominada poliácido de calcio. Mientras tanto la reacción continúa con los iones de aluminio que son trivalentes pero que presentan mayor dificultad para reaccionar y formar puentes de sal. Finalmente se forma una masa de

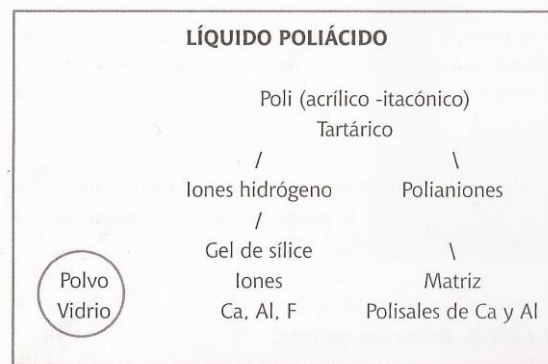


Fig. 26 Mecanismo de fraguado del ionómero de vidrio.⁵



poliacrilato de aluminio. El tiempo en el cual se realiza este proceso químico denominado fraguado inicial es de aproximadamente 30 minutos.⁵ Fig.26

Al fraguar se obtienen partículas de vidrio sin reaccionar, recubiertas por un gel silícico o hidrogel y este a su vez recubiertas por una matriz de polisales creadas por el calcio y el aluminio.⁵

La reacción de fraguado completo del ionómero de vidrio dura alrededor de 24 horas, por tal motivo es necesario el cuidado del material en boca durante ese periodo de tiempo y así evitar la erosión.¹⁴

La compatibilidad biológica que presenta el cemento de ionómero de vidrio es notable, debido a que la molécula acida del cemento es de dimensiones mayores para evitar el ingreso por los túbulos dentinarios durante el proceso de fraguado lo que permite que no haya reacción ni molestia pulpar.

El pH al inicio de la mezcla y espatulado es ácido, pero una vez pasado un tiempo, se vuelve neutro, de modo que se comporta benevolente con los tejidos pulpares.

La adhesión que se logra entre las restauraciones y el diente se logra de forma exitosa debido a su alta adherencia otorgada por la irreversibilidad de los iones de poliacrilato con relación a las superficies de hidroxiapatita de los tejidos dentales.

Sin embargo la adhesividad depende mucho de diversos factores, como son la manipulación e inserción del ionómero, ya que el tiempo de espatulado y su posterior fijación son totalmente cruciales ya que deben de prepararse en no más de 20 a 30 segundos.

La adhesividad se puede incrementar de forma notable si antes de la inserción se trata la superficie a cementar con acondicionantes que mejoren su adaptación. El uso de ácidos poliacrílicos al 10 o al 25% de su concentración, permiten la eliminación de barrillo dentinario, lo que facilitara la adhesión en la superficie.¹⁵

Tiene características de compuesto iónico, cerámico y plástico, por lo que es un excelente aislante térmico y eléctrico. Sus propiedades mecánicas son favorables, ya que poseen altos valores de resistencia a la compresión, así como el cemento con la más baja solubilidad, de los fijados agua, una vez que se alcanza su fraguado máximo.¹⁷ Tabla 9.

Ionómero de vidrio tradicional	
Ventajas	Desventajas
<ol style="list-style-type: none">1. Adhesión química al diente2. Liberación de fluoruro3. Fácil de mezclar4. Resistencia moderada	<ol style="list-style-type: none">1. Historia de sensibilidad posoperatoria2. Sensible a la humedad durante el secado

Tabla 9 Ventajas y desventajas del ionómero de vidrio tradicional.¹⁰

Existe una variación del ionómero de vidrio convencional, al cual se le adiciona resina compuesta, el nombre que recibe esta composición es ionómero de vidrio híbrido. Sin embargo debido a la expansión que sufre debido a la absorción de humedad lo vuelve no recomendable para cementación de restauraciones cerámicas.⁵ Tabla 10.

Cementos de ionómero de vidrio híbridos	
Ventajas	Desventajas
<ol style="list-style-type: none">1. Adecuada resistencia2. Libera fluoruro3. Insoluble4. Adhesión química al diente5. Excelente grosor de película6. Excelente espesor de película	<ol style="list-style-type: none">1. No recomendable para las restauraciones cerámicas

Tabla 10 Ventajas y desventajas del ionómero de vidrio híbrido.¹⁰

Las marcas comerciales de este cemento son las siguientes (tabla 11)⁵.

PRODUCTO	FABRICANTE	CURADO
Aqua Cem	De Trey / Dentsply	Auto
Aqua Meron	Voco	Auto
Chenmbond Auto	Caulk	Auto
Ever Bond	Kerr	Auto
Fuji I	GC America Co	Auto
Fuji I Luting Cement	GC America Co	Auto
Glass Ionomer Cement	Shofu	Auto
Ionobond	Voco	Auto
Ketac Cem	ESPE/Premier	Auto
Meron	Voco	Auto

Tabla 11 Marcas comerciales de los cementos de ionómero de vidrio.

2.1 Cementación adhesiva

Actualmente la odontología, tiene otro grupo de mecanismos de cementación, los cuales basan su funcionalidad en la unión de elementos adhesivos. Este grupo de cementos tienen como base la resina para llevar a cabo su unión con el diente y la restauración.¹⁸

Los factores que van a promover la adhesión se deben abordar tanto en la superficie en la cual se va a efectuar la adhesión, en este caso los tejidos dentales, así como el tipo de adhesivo que se va a utilizar.

Las condiciones que debe tener la superficie adherente (tejidos dentales) para recibir una restauración son las siguientes:

- > **Energía superficial alta.** Debe ser alta y atractiva. Esto se debe considerar en un cuerpo formado por átomos, los cuales deben estar internamente equilibrados unos con otros. Algunos materiales que contienen baja energía superficial y por tanto baja capacidad de atracción, son el vidrio, cerámica, teflón y colágeno. Por tal motivo es



necesario grabar tanto las superficies dentales, así como las superficies de las restauraciones cerámicas de consistencia vítrea.

- > **Composición homogénea.** Cuerpos con estructuras moleculares homogéneas, van a permitir una mejor reacción adhesiva.
- > **Superficies lisas.** Las superficies lisas, van a permitir la íntima aproximación de una superficie con respecto a otra (diente-restauración). Esta distancia interferencial no debe ser mayor a 2 Angstroms.
- > **Superficie adherente libre de humedad e impurezas.** Debido a que la superficie adherente debe estar libre de barrillo dentinario o *smear layer* para poder cumplir los requerimientos arriba mencionados.⁶

2.2.1 Cementos resinosos

Los cementos resinosos o a base de resina están compuestos por una matriz orgánica y una inorgánica, adicionadas con silano, como medio de unión. La fase orgánica está estructurada por Bis-GMA (Bisfenol y Metacrilato de Glicidilo) o UDMA (Uretano dimetacrilato).¹⁸

También se le añaden partículas de relleno lo que hace que una resina se vuelva más fuerte y se evite el desgaste, así como la contracción del material una vez activado. Los rellenos más conocido son de sílice, clasificados como microrellenos, macrorellenos, híbridos o ambos.¹⁰

La reacción producida entre los componentes se produce cuando la molécula de Bis-GMA en sus extremos acrílicos presenta dobles ligaduras (C=C), la ruptura de estas por un iniciador da paso a la polimerización y endurecimiento de estas.¹⁴

Los cementos a base de resina se clasifican en 3 tipos: Cementos resinosos autopolimerizables, fotopolimerizables y duales.¹⁹ Tabla 12.

Tipos de restauración y métodos de curado	
Fotocurables	<ul style="list-style-type: none">• Carillas de porcelana menores de 1.5 mm de grosor• Retenedores de ortodoncia que no contengan metal• Férulas periodontales que no contengan metal
Curación dual (activados químicamente y por luz)	<ul style="list-style-type: none">• Incrustaciones, <i>onlays</i>, coronas y puentes de porcelana o resina indirecta
Autocurables (curación química)	<ul style="list-style-type: none">• Incrustaciones, <i>onlays</i>, coronas, y puentes a base de metal• Coronas completas de metal y puentes• Postes endodóncicos• Incrustaciones, <i>onlays</i>, coronas y puentes de porcelana o resina indirecta

Tabla 12 Tipos de cementos resinosos, así como para que usos están recomendados¹⁰

La norma que clasifica a estos cementos es la numero 27 de la ADA, y las características que deben cumplir estos materiales de cementación son los siguientes.

- ∇ Cantidad de producto que contiene cada envase.
- ∇ Si su polimerización se logra de forma autopolimerizable, fotopolimerizable o de forma dual.
- ∇ Si se usa para restaurar dientes anteriores o posteriores.
- ∇ El componente orgánico principal presente en la mezcla.
- ∇ El tamaño de la partícula inorgánica de relleno y el volumen por porcentaje de la cantidad total del producto.
- ∇ Proporciones y método de mezclado para aquellas de tipo autopolimerizables.
- ∇ El tiempo de mezclado para las autopolimerizables.
- ∇ Condiciones de humedad y temperatura para su uso.



- ∇ La fuente de luz o energía que se necesita para activar a las fotopolimerizables.
- ∇ Bases o forros recomendados para evitar irritación pulpar, ya que estos deben ser compatibles con los cementos de resinas compuestas
- ∇ Condiciones de almacenamiento cuando no está en uso y/o si requieren refrigeración.
- ∇ Fecha de caducidad.

La norma dicta que una vez se sepan los anteriores puntos, se podrá saber con certeza que:

- ⇒ Los valores del producto en relación a gramos y mililitros sean los correctos.
- ⇒ Si es autopolimerizable, la reacción que se da una vez mezcladas la base y el catalizador; si es fotopolimerizable, el polimerizado se dará una vez que el operador fotoactive con una fuente de luz azul (halógena o led).
- ⇒ Si estos cementos están indicados para dientes anteriores (debido a sus características estéticas y ópticas) o si son recomendados para dientes posteriores (dadas sus condiciones mecánicas, debido a que serán sometidos a cargas oclusales y de masticación)

Actualmente los cementos resinosos presentan un grosor de película adecuado que permite una adhesión ideal entre la restauración y los tejidos dentales.

La viscosidad que presentan facilita la manipulación de este tipo de cementos, así como un asentamiento completo en el diente a restaurar. Estos cementos son casi insolubles en agua. Por ello los cementos resinosos están altamente indicados en restauraciones libres de metal.¹⁸

Otra ventaja presente en estos cementos es la habilidad que poseen al adherirse a diversos sustratos, su alta resistencia y sobre todo su potencial al mimetizar tonalidades, por tal motivo los vuelve altamente estéticos.

Sin embargo las desventajas que poseen es que el operador debe adquirir destreza al momento de manipular estos materiales, debido a que su poco tiempo de manipulación, hace que los tiempos clínicos se reduzcan y provoquen errores al cementado. Del mismo modo al ser una resina, hace que las consideraciones clínicas se vuelvan más complejas, por el cuidado que se debe tener en las múltiples etapas de cementación y evitar así la contaminación de estos cementos. Además, este tipo de cementos se inactivan en presencia de desensibilizantes dentales o en presencia de óxido de zinc y eugenol. Por último otra consideración a tomar en cuenta, es la destreza del odontólogo en el momento de retirar los excedentes del cemento.^{18,19} Tabla 13.

Cementos a base de resina	
Ventajas	
1.	Alta resistencia
2.	Insolubles
3.	Bajo desgaste
4.	Excelente adherencia a la estructura dental
5.	Colores estéticos disponibles
6.	Poca probabilidad de dolor posoperatorio
Desventajas	
1.	Requiere de algunos pasos adicionales en el procedimiento de adhesión
2.	Requiere algunos pasos adicionales en la preparación de las superficies internas de la restauración
3.	La remoción del excedente de cemento puede ser difícil

Tabla 13 Ventajas y desventajas de los cementos a base de resina¹⁰

2.2.1.1 Cementos resinosos autopolimerizables

Esta división de cementos resinosos a pesar de limitar los tiempos de manipulación, su principal característica es la alta conversión de monómeros en polímeros.¹⁸

El iniciador de este tipo de cemento resinoso es el peróxido de benzoilo, el cual es activado por una amina terciaria. Los autopolimerizables cambian de color con el paso del tiempo, debido a la presencia del peróxido de benzoilo, en la formula, además por la absorción de soluciones pigmentantes.

La presentación comercial de los cementos autopolimerizables vienen en presentación de dos tarros, uno con la base y otro con el catalizador, además el fabricante proporciona espátulas plásticas con dos extremos para poder trabajar, uno para la base otro para el catalizador, del mismo modo deberá incluir una loseta de cartón tratado.¹⁴ Fig.27



Fig. 27 Cemento de resina autopolimerizable, marca PermaCem de DMG.²¹

Estos cementos son recomendados para la cementación de:

- Ø Núcleos colados.
- Ø Postes endoradiculares de titanio.

- Ø Coronas y prótesis de metal porcelana.
- Ø Cerámicas de alúmina y zirconia.

Las marcas comerciales de este cemento son las siguientes (tabla 14)⁶.

Cementos poliméricos de autocurado	
• Panavia 21	Kuraray
• PermaCem	DMG
• C&B luting cement	Bisco
• ParaPost cement	Coltene
• Multilink	Vivadent

Tabla 14 Marcas comerciales de los cementos de resina autopolimerizables.

2.2.1.2 Cementos resinosos fotopolimerizables

Esta composición de cemento resinoso no contiene un activador químico si no que su iniciador es por medio de luz por tal motivo es fundamental con lámpara de fotocurado de halógeno o led, esto es posible debido a su composición que contiene canforo-quinona, esta se activa con una longitud de onda de 460/470nm.^{6,18}

El estado de la lámpara debe ser el óptimo para garantizar los resultados deseados, ya que una lámpara en mal estado o de deficiente energía llevara al fracaso, debido a que la polimerización será incompleta y por ende habrá irritabilidad dental, así como restauraciones con deficientes propiedades mecánicas.¹⁴

Su uso está dado para cementaciones de dientes anteriores y posteriores. Se utiliza generalmente para la cementación de restauraciones translucidas, ya que permiten el paso de la luz que pueden activar el cemento, por tal motivo

es altamente estético debido a que contienen una característica importante y es la estabilidad de color. Están disponibles en variedades de colores y opacidades. Su uso se recomienda para la cementación de carillas laminadas en dientes anteriores.^{6,18}

Estos cementos se fijan a la estructura dental con un espesor de película máximo de 50 μm .

Una característica importante es que son casi insolubles, y con amplios valores a la compresión y a la resistencia.¹⁴

La adhesión de la restauración-cemento-tejido dental, se da por la penetración de monómeros hidrofílicos a través de la dentina acondicionada y parcialmente desmineralizada, por el efecto de grabado con ácido ortofosfórico. Por ello para el cementado es necesario el uso de adhesivos dentales que consten de primers y bondings para poder acondicionar la superficie donde se colocara la restauración y el cemento.^{14,18}

Algunas marcas comerciales de Cementos resinosos fotopolimerizables (tabla 15)⁶. Fig.28

Cementos poliméricos de fotocurado	
RelyX Veneer cement	3M ESPE
Variolink Veneer	Ivoclar-Vivadent
Da Vinci	Cosmedent
Choice 2	Bisco
Resinas Flow (Nano-híbridadas)	
Filtek Supreme Plus Flowable	3M ESPE
Tetric EvoFlow	Ivoclar Vivadent
Clearfil Majesty Flow	Kuraray
Grandi-O-Flow	Voco

Tabla 15 Marcas comerciales de los cementos de resina fotopolimerizables.



Fig.28 Presentación comercial de los cementos de resina fotopolimerizables, marca Relyx-Veener™ Cemento de 3M.²²

2.2.1.3 Cementos duales

Estos cementos se caracterizan por actuar de forma similar y en conjunta de los dos tipos de cementos anteriores (auto y fotopolimerizables), de ahí viene su nombre.¹⁸

Los cementos duales se dividen a su vez en dos tipos de cementos: *cemento dual convencional* y *cementos duales con adhesivo*.

Ω **Los cementos duales convencionales**, incorporan dos tipos de activadores para llevar a cabo el proceso de polimerización dual, el químico consta de dimetil-.p-toluidina, que es una amina terciaria y para el de activación por luz es la alcanforo-quinona. Este tipo de cementos se utilizan para el cementado de restauraciones que contengan bajos valores de translucidez y no permitan el paso de fotones de luz. El proceso de polimerización inicia primero con el fotocurado y al pasar de los minutos se activa la autocuración química en el interior de la restauración. Además en este tipo de cementaciones es fundamental el acondicionamiento del tejido dental con previo grabado y colocación de adhesivos para poder obtener una cementación exitosa.

Algunas marcas comerciales de cementos duales convencionales, son las siguientes (tabla 16)⁶. Fig.29

Cementos poliméricos Dual	
RelyX ARC	3M ESPE
Duo-Lin k	Bisco
Variolink II	Ivoclar Vivadent
Calibra	Dentsply
Clearfil Esthetic cement	Kuraray
Permaflow DC	Ultradent

Tabla 16 Marcas comerciales del cemento dual convencional.



Fig. 29 Presentación comercial de los cementos duales convencionales, marca Relyx-ARC de 3M.²³

Ω **Los cementos duales con adhesivo**, tiene como variación que simplifica la técnica de cementación, ya que con este compuesto se omiten los pasos del grabado con ácido ortofosfórico, ya que adiciona los sistemas imprimidores-adhesivos autograbados, los cuales se van a aplicar en las preparaciones dentales donde se va a cementar o en la composición del cemento ya contienen estos sistemas de autograbado adhesivo.

Algunas marcas comerciales de cementos duales con adhesivo, son las siguientes (tabla 17)⁶. Fig.30

Cementos poliméricos Dual-Autoadhesivos	
RelyX Unicem 2 automix.	3M ESPE
Bifix SE	Voco
Max cem Elite	Kerr
Clearfil SA	Kuraray
G. Cem	GC
Smart Cem 2	Dentsply
Bis Cem.	Bisco
Multilink automix	Vivadent
Panavia F 2.0	Kuraray
NX 3	Kerr

Tabla 17 Marcas comerciales de los cementos duales del tipo self adhesive.



Fig.30 Presentación comercial de los cementos duales del tipo self adhesive, marca Relyx Unicem 2 Automix de 3M Espe.²⁴

Estos cementos se pueden usar para la cementación definitiva de las restauraciones indirectas totalmente cerámicas así como las de composite y a base de metal.¹⁸



CAPÍTULO 3 PROTOCOLOS DE CEMENTACIÓN PARA RESTAURACIONES LIBRES DE METAL EN PRÓTESIS DENTAL FIJA

Una vez estudiados los diferentes tipos de materiales de restauración que son libres de metal (capítulo 1) y los diferentes tipos de cementos, así como sus propiedades cementantes (capítulo 2), podemos relacionarlos entre sí, para explicar los diferentes tipos de protocolos que se deben llevar a cabo, tanto de acondicionamiento, como de cementado final para lograr una restauración satisfactoria y con propiedades óptimas funcionales en boca, tanto mecánicas como estéticas.²⁰

La odontología moderna ha ido evolucionando a lo largo de los años, ya que han mejorado sus propiedades físico-químicas, siempre buscando la mimetización de las restauraciones. Como se ha dicho es de suma importancia aplicar los criterios necesarios para poder clasificar el tipo de cementación que van a recibir las distintas restauraciones libres de metal y las vamos a clasificar como a continuación se muestra (tabla 18 y 19).²¹

ACIDO SENSIBLES (Vítreas)	ACIDO RESISTENTES (No vítreas)
✓ Feldespáticas convencionales	✓ Óxido de Alúmina
✓ Feldespáticas con Leucita	✓ Óxido de Zirconia
✓ Disilicato de Litio.	

Tabla 18 Clasificación de los materiales libres de metal para cementación

CEMENTACIÓN ADHESIVA	CEMENTACIÓN CONVENCIONAL
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Cementos Resinosos Autopolimerizables ✓ Cementos Resinosos Fotopolimerizables ✓ Cementos duales 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Policarboxilato de Zinc ✓ Fosfato de Zinc ✓ Ionómero de Vidrio

Tabla 19 Clasificación de los cementos de acuerdo a protocolos de cementado.

A continuación se muestra una tabla relacionando las cerámicas con los cementos (tabla 20).²⁰

Tabla 20 Relación de las cerámicas con los cementos. Continúa...

Tipo de Cerámica	Tipo de Cementación	Cementos que se pueden usar	¿Necesitan acondicionarse? (diente/restauración)
<i>Feldespática convencional</i>	Adhesiva	Cementos de resina	Si, diente con ácido ortofosfórico / restauración con ácido fluorhídrico y silano
<i>Feldespática /Leucita</i>	Adhesiva	Cementos de resina	Si, diente con ácido ortofosfórico / restauración con ácido fluorhídrico y silano
<i>Disilicato de litio</i>	Adhesiva	Cementos de resina	Si, diente con ácido ortofosfórico / restauración con ácido fluorhídrico y silano
<i>Alúminas</i>	Adhesiva/ convencional	Cementos de resina Fosfato de zinc Policarboxilato de zinc Ionómero de vidrio	Adhesiva: si, diente con ácido ortofosfórico / restauración arenado triboquímico con óxido de aluminio Convencional: No

Continúa... Tabla 20 Relación de las cerámicas con los cementos.

Zirconias	Adhesiva/ convencional	Cementos de resina Fosfato de zinc Policarboxilato de zinc Ionómero de vidrio	Adhesiva: si, diente con ácido ortofosfórico / restauración arenado triboquímico con óxido de aluminio Convencional: No
-----------	---------------------------	---	---

☰ PROTOCOLOS DE CEMENTACIÓN

☒ Pasos generales previos al cementado

- Retiro del provisional y limpieza de la superficie de la pieza dental.²¹
Fig.31 y 32



Fig. 31 Provisionales.²⁷



Fig. 32 Limpieza del área una vez se retiran los provisionales.²⁷

- Prueba de ajuste, oclusión y estética de las restauraciones, se recomienda probar una por una y después todas en conjunto.²¹ Fig.33



Fig. 33 Pruebas de la restauración previas al cementado.²⁸

☒ Restauraciones ácido sensibles (Feldespática clásica o convencional, reforzada con leucita y disilicato de litio)

✓ **Acondicionamiento de la restauración**

- Grabado con ácido fluorhídrico al 4.5% durante 20 segundos (fig.34).²¹



Fig.34 Procedimiento de grabado de la restauración ácido sensible

- Lavado abundante de la restauración, así como posterior neutralización con bicarbonato de sodio durante un minuto, posteriormente volver a lavar (fig.35 y 36).²¹



Fig.35 Neutralización con bicarbonato de sodio posterior al grabado ácido.



Fig.36 Lavado de la restauración, posterior a la neutralización con bicarbonato de sodio.

- Limpieza con ácido fosfórico para eliminar completamente todos los productos de la anterior reacción (fig.37).²¹



Fig.37 Limpieza con ácido fosfórico

- Enjuague y secado exhaustivo, con alcohol de preferencia isopropilico. Una vez realizado este paso la restauración deberá tomar una tonalidad blanco opaco, similar al terrón de azúcar. (fig.38 y 39).²¹



Fig.38 Lavado con alcohol isopropilico.

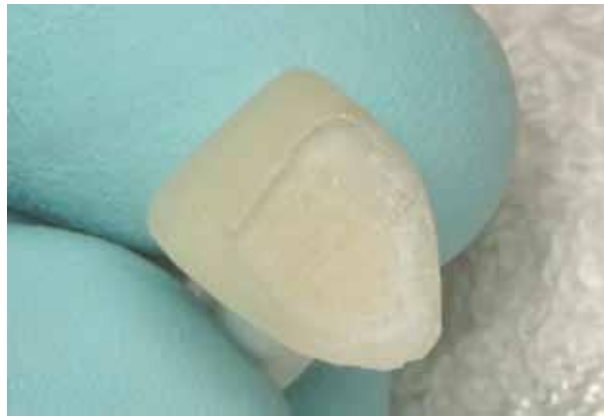


Fig.39 Apariencia de terrón de azúcar.

- Aplicación de silano y bonding, para propiciar la adhesión de los materiales, así como la humectabilidad respectivamente, no proceder a polimerizar la restauración, debido a que puede alterarse dimensionalmente (fig.40 y 41).²¹



Fig.40 Aplicación del silano.



Fig. 41 Aplicación del Bonding.

✓ **Acondicionamiento de la preparación dentaria**

- Profilaxis dental del diente a recibir la restauración, así como desinfección con Clorhexidina. ^{21,22} Fig.42



Fig.42 Clorhexidina de la marca Ultradent inc.²⁹

- Grabado dental con ácido fosfórico, posteriormente aplicación de un bonding, No se debe polimerizar el bonding, colocación de cinta de teflón en dientes proximales para evitar adhesión en otros lugares ajenos a la restauración (fig.43 y 44).²¹



Fig.43 Grabado acido del diente con ácido fosfórico durante 40 seg.



Fig.44 Aplicación del bonding para lograr una óptima humectación.

- Preparación del cemento de fotopolimerización o dual.
- Colocación del cemento de resina fotopolimerizable o cemento dual en la restauración (fig.45).²¹

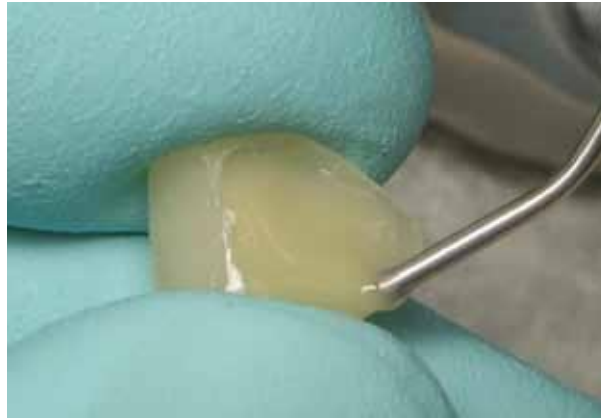


Fig.45 Cemento resinoso colocado en la restauración.

- Cementación propiamente dicha de la restauración en el tejido dental. Se procede a la polimerización por lapso de 5 segundos iniciales, se procede al retiro de excedentes del cemento. Una vez realizado el retiro se fotocura 5 segundos por cada cara del diente (fig.46 y 47).²¹



Fig. 46 Colocación de la restauración en el tejido dentario, nótese los excedentes producto de la fluidez del cemento, es necesario eliminarlos.

Fig.47 Polimerización de la restauración.



- Como último paso se procede al pulido y abrillantado de los márgenes de la restauración (fig.48).²¹



Fig.48 Resultado final del cementado de una restauración ácido sensible.

☒ Restauraciones ácido resistentes (Óxido de Zirconia Alúminas)

✓ **Cementación Adhesiva**

- Pasos generales previos al cementado (página 71).
- Acondicionamiento de las restauraciones de Óxido de Zirconia y Alúmina.

NOTA: Para optimizar cualquiera de esos sustratos para el cementado adhesivo, se recomienda su silicatización o tratamiento triboquímico, que es el arenado con partículas de alúmina modificadas con sílica, que impactan la superficie a alta velocidad y penetran hasta 15 micras en dichos sustratos.

- > Tratamiento triboquímico de la superficie interna.
- > Limpieza con alcohol isopropílico, secado profuso de la superficie interna.



- > Aplicación de silano especial para zirconia/alúmina y guardar hasta el momento del cementado propiamente dicho.
- > Aplicación de adhesivo químico, el cual va a mejorar la humectabilidad. Posteriormente sopletear el adhesivo para adelgazar la capa, el adhesivo es químico, no fotopolimerizable, recordar que las restauraciones de zirconia y alúmina son opacas y no permiten la propagación de los fotones de luz
- Acondicionamiento dentario por medio de profilaxis y desinfección con Clorhexidina.
 - > Grabado y colocación del adhesivo en el órgano dental a restaurar. Recordar que el adhesivo es de polimerización química.
- Mezclado del cemento, colocación del cemento en la restauración y por ultimo cementación propiamente dicha, al colocar la restauración en el órgano dental.
- Retiro de excedente del cemento y posterior pulido y sellado de márgenes de la restauración.²¹

✓ ***Cementación Convencional***

- Pasos generales previos al cementado (página 71).
- Limpieza con alcohol isopropílico, secado profuso de la superficie interna.
- Acondicionamiento dentario por medio de profilaxis y desinfección con Clorhexidina.

- Mezcla del cemento de Policarboxilato de Zinc, Fosfato de Zinc o Ionómero de Vidrio.²¹ Fig.49

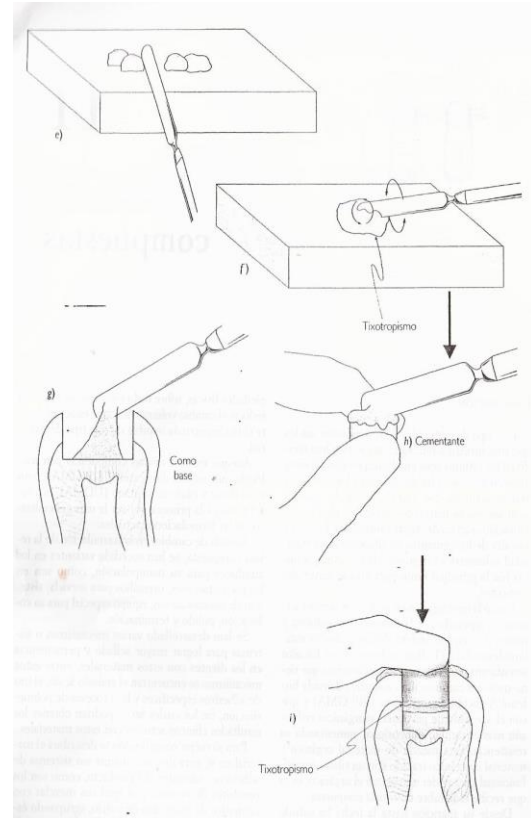
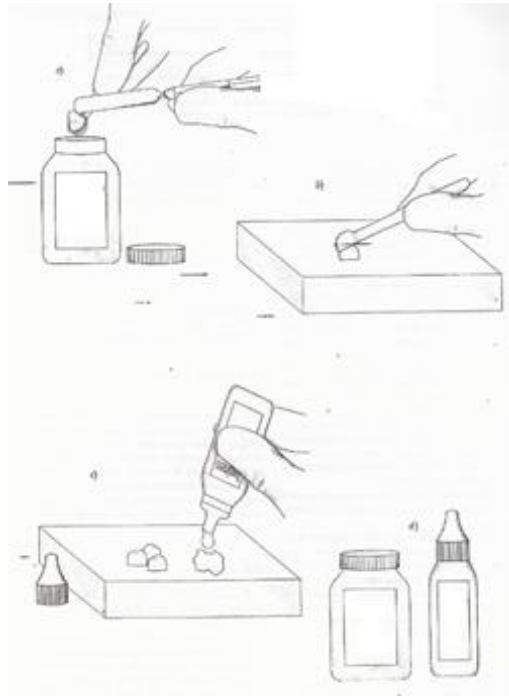


Fig.49 Mezclado de los cementos de adhesión mecánica o convencionales.¹⁴

- Mezclado del cemento, colocación del cemento en la restauración y por ultimo cementación propiamente dicha, al colocar la restauración en el órgano dental.
- Retiro de excedente del cemento y posterior pulido y sellado de márgenes de la restauración.²¹



CONCLUSIONES

- ✓ Podemos concluir que existen diversos materiales altamente estéticos libres de metal con excelentes propiedades ópticas, físicas y mecánicas, del cual podemos elegir de entre una gran variedad, para restaurar ausencias de tejidos dentales con resultados satisfactorios
- ✓ Cada tipo de cerámica arroja determinadas características que deben ser compatibles con la también extensa variedad de cementos dentales, tanto adhesivos como mecánicos, y es obligación del profesional de la salud conocer las propiedades de estos para poder desarrollar tratamientos de calidad.
- ✓ Es fundamental seguir paso a paso las recomendaciones que recomiendan los fabricantes de las diferentes casas comerciales, tanto de los materiales cerámicos, como de los cementos. Para poder garantizar el éxito de la restauración dental en boca.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Álvarez-Fernández MÁ, Peña-López JM, González-González IR, Olay-García MS. Características generales y propiedades de las cerámicas sin metal. *Rcoe*. 2003;8(5):525-546. doi:10.4321/s1138-123x2003000500005
2. Martínez Rus F, Pradíes Ramiro G, Suárez García MJ, Rivera Gómez B. Cerámicas dentales: clasificación y criterios de selección. *Rcoe*. 2007;12(4):253-263. doi:10.4321/s1138-123x2007000300003
3. Bertoldi Hepburn A. PORCELANAS DENTALES. *RAAO*. 2012;1(2):25-41.
4. Mallat Callís E, Cadafalch Cabaní J, De Miguel Figero J. *LAS CLAVES DE LA PRÓTESIS FIJA EN CERÁMICA*. 1º Edición. Valencia: LISERMED EDITORIAL SL.; 2018.
5. Cova N JL. *Biomateriales Dentales*. 2º Edición. Venezuela: Amolca; 2010.
6. Guzman B. HJ. *Biomateriales Odontológicos de Uso Clínico*. 5º Edición. (Sierra A, ed.). Bogota, Colombia: Ecoa Ediciones; 2013.
7. Fons Font A, Solá Ruiz MF, Granell Ruiz M, Labaig Rueda C, Martinez Gonzalez A. Selección de Cerámica a utilizar en tratamientos mediante frentes laminados de porcelana. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2006;(ISSN 1698-6946):E297.
8. Salazar-López C, Quintana-del Solar M. Rehabilitación estética-funcional combinando coronas de disilicato de Litio en el sector anterior y coronas metal-cerámica en el sector posterior. *Rev Estomatológica Hered*. 2016;26(2):102. doi:10.20453/reh.v26i2.2872
9. Vilarrubi A, Pebé P, Rodríguez A. Prótesis fija convencional libre de metal: tecnología CAD CAM-Zirconia, descripción de un caso clínico. *Odontoestomatología*. 2011;XIII(Nº 18):16-28.
10. Dixon Hatrick C, Stephan Eakle W, F. Bird W. *Materiales Dentales Aplicaciones Clínicas*. 1º Edición. (Tovar Sosa MA, ed.). Mexico: Manual Moderno; 2012.
11. Macchi RL. *Materiales Dentales*. 4º Edición. Buenos Aires, Argentina: Editorial Panamericana; 2007.



12. Kortaberria M, Alzola E. BiOCOMPATIBILIDAD DE LOS COMPOSITOS Y CEMENTOS DENTALES. 2014.
13. Darvell BW. *Materials Science for Dentistry*. 10th Editi. Duxford, United Kingdom: Woodhead Publishing; 2018.
14. Barceló Santana FH, Palma Calero JM. *Materiales Dentales : Conocimientos Básicos Aplicados*. 5a Edición. México D.F.: Editorial Trillas; 2017.
15. Phillips RW, Cervera Pineda CP. *La Ciencia de Los Materiales Dentales de Phillips*. México: Interamericana MCGraw Hill; 1993.
16. O'Brien WJ. *Materiales Dentales y Su Selección*. Bogota, Colombia: Editorial Medica Panamericana; 1986.
17. De T, Suárez P, Milagros CDL, Alguacil G, Espinosa MU. Ionómero de vidrio: el cemento dental de este siglo. *Rev Electrónica Dr Zoilo E Mar Vidaurreta*. 2016;41(7).
18. speiko.de. SPEIKO. www.speiko.de/es/produkte/speiko_zemente.php.
19. Sosa Flores BJ. "Cementos Resinosos." 2010.
20. Li Rodriguez JK. Evaluación in vitro de la discrepancia marginal y microfiltración de cuatro cementos de resina usados en cementado de coronas de óxido de circonio. *J Chem Inf Model*. 2013;53(9):1689-1699. doi:10.1017/CBO9781107415324.004
21. Denatal D. PermaCem, Cimentación universal. <http://sam.dmg-dental.com/productos/tratamiento-permanente/cimentacion-permanente/permacem/#Resumen>.
22. 3M E. RelyX™ Veneer Cemento. https://www.3m.com.mx/3M/es_MX/inicio/todos-los-productos-3m/~relyx-veneer-RelyX-Veneer-Cemento/?N=5002385+3294768963&rt=rud.
23. 3M E. RELY X ARC REFILL. https://www.3m.com.ec/3M/es_EC/inicio/todos-los-productos-3m/~RELY-X-ARC-REFILL-A3/?N=5002385+3292930030&rt=rud.
24. 3M E. 3M™ RelyX™ Unicem 2 Automix cemento de resina autoadhesivo. https://www.3m.com.es/3M/es_ES/empresa-es/todos-productos-3m/~relyx-unicem-2-3M-RelyX-Unicem-2-Automix



cemento-de-resina-
autoadhesivo/?N=5002385+8707795+8707799+8711017+8711728+87
13393+3294776542&rt=rud.

25. de la Cruz de la Flor W. Protocolo de cementación para coronas libres de metal según su composición, tipos de cementos utilizados. *Univ Inca Garcilaso la Vega*. 2017.
<http://repositorio.uigv.edu.pe/handle/20.500.11818/1553#.XK581MF4cmw.mendeley>.
26. Corts JP. Protocolos de cementado de restauraciones. *Actas Odontológicas*. 2013;10(2):37-44.
27. Dental G. Requisito de provisionales: simple, estético y estable.
<https://gacetadental.com/2014/04/requisito-de-provisionales-simple-estetico-y-estable-48513/>.
28. Smile D. Restauraciones libres de metal. <http://dentysmile.cl/clinica-dental/odontologia-coronas-libres-de-metal/>.
29. Ultradent.inc. Consepsis® / Consepsis® V.
<https://intl.ultradent.com/es-la/Productos-Dentales/Endodoncia/Preparacion-y-Medicacion/Consepsis-Consepsis-V/Pages/default.aspx>.