



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA IBEROAMERICANA S.C

INCORPORADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

CLAVE 8901-22

FACULTAD DE ODONTOLOGIA

TITULO DE TESIS

**COMPRENDER LA FUNCION DEL SILANO COMO AGENTE
DE UNION, EN EL PROTOCOLO DE CEMENTACION EN
CERAMICAS VITREAS**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
CIRUJANO DENTISTA**

PRESENTA

JAQUELINE SIERRA VALLE

DIRECTOR DE TESIS

C.D FERNANDO GUTIÉRREZ LÓPEZ

XALATLACO, ESTADO DE MÉXICO, FEBRERO DE 2019



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.

DEDICATORIA

A DIOS por permitirme llegar hasta este punto de mi vida, y por todas las bendiciones que me ha dado.

A MI MADRE por nunca dejarme sola, por apoyarme en cada instante, por su confianza y por creer en mí siempre.

A MI PADRE porque, aunque fue difícil la situación para lograr terminar la carrera siempre vio la forma de apoyarme.

A MIS ABUELOS porque, siempre se sintieron orgullosos de mí, siempre vieron la forma de cómo ayudarme a levantarme en cada obstáculo que llegue a tener durante la carrera.

A MIS HERMANAS, Dany y Gis porque sin querer sacrificaron varias cosas para que yo pudiera estudiar esta carrera y siempre comprendieron la situación, por el enorme cariño que les tengo y por ser todo para mí.

A MIS ESPOSO por el apoyo que he tenido, por su paciencia y por todo el amor que me demuestras.

A MI HIJO, porque ha estado conmigo acompañándome en todo este proceso y por el enorme amor que le tengo.

A MIS AMIGAS, Gaby y Angie ya que son la familia que uno elige porque estuvieron siempre en todo el transcurso de la carrera y siempre motivándome a dar lo mejor en cada clase, en cada clínica simplemente por siempre estar ahí.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer al Doctor Fernando Gutiérrez López, ya que fue un gran catedrático durante la carrera de odontología, por compartir sus conocimientos obtenidos a lo largo de su vida laboral, por aceptar ser mi asesor de tesis y por todo el apoyo brindado.

INDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I	
GENERALIDADES PARA TRATAMIENTOS DE CORONAS CERÁMICAS	3
1.1 Principios de tallado	4
1.2 Líneas de terminación	12
1.3 Preservación del periodonto.....	15
CAPITULO II	
CERAMICAS.....	18
2.1 Historia de las cerámicas dentales.....	24
2.2 Clasificación de las cerámicas dentales.....	25
2.3 Cerámica de matriz vítrea.....	27
2.4 Cerámica de matriz cristalina.....	33
CAPITULO III	
ADHESIÓN DENTAL	35
3.1 Concepto y antecedentes de la adhesión dental	36
3.2 Clasificación de adhesivos	49
3.3 Técnicas y mecanismo de aplicación del sistema adhesivo	51
3.4 Objetivos de la adhesión dental	54
CAPITULO IV	
GRABADO DENTAL	58
4.1 Componentes del esmalte y dentina dental	59
4.2 Permeabilidad dentaria.....	66
4.3 Concepto y antecedentes del grabado dental	74
4.4 Protocolo de grabado en órgano dentario.....	77
4.5 Protocolo de grabado de la restauración de cerámica vítrea	80
CAPITULO V	
SILANO.....	83
5.1 Concepto y antecedentes del silano	84
5.2 Características y ventajas de su uso	86
5.3 Protocolo de aplicación del silano en la cerámica vítrea	87

CAPITULO VI	
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	91
6.1 Planteamiento.....	92
6.2 justificación del problema.....	93
6.3 Objetivos.....	94
6.4 Hipótesis.....	95
Bibliografía.....	96

INDICE DE IMAGENES

Imagen 1 caries dental	4
Imagen 2 incrustaciones dentales	4
Imagen 3 coronas dentales	5
Imagen 4 carillas dentales	6
Imagen 5. Para la retención se vale de superficies externas opuestas	8
Imagen 6. El molar será más retentivo que el premolar porque tiene mayor superficie	8
Imagen 7. Limitar el número de direcciones en que pueda entrar o salir una restauración	9
Imagen 8. Observar si el tallado tiene socavados	9
Imagen 9. Eje de inserción paralelo a los contactos proximales	10
Imagen 10. Reducción oclusal para el grosor de la restauración	11
Imagen 11. En la reducción oclusal se debe reproducir los planos fundamentales	11
Imagen 12. Biselado de la cúspide funcional	11
Imagen 13. Chaflán curvo o chamfer	12
Imagen 14. Hombro recto	13
Imagen 15. Hombro recto biselado	13
Imagen 16. Filo de cuchillo	14
Imagen 17. Líneas de terminación	15
Imagen 18. Gingivitis	15
Imagen 19. Periodontitis	16
Imagen 20. Espacio biológico	17
Imagen 21. Composición de las cerámicas dentales	20
Imagen 22. Diseño asistido por ordenador	23
Imagen 24. Clasificación de cerámicas libres de metal	28
Imagen 25. Microestructura del disilicato de litio	29
Imagen 26. Procera AllCeram	30
Imagen 27. Caracterización del IPS Empress	31
Imagen 28. microestructura de la cerámica in ceram, alumina (vita)	32
Imagen 29. In-ceram Zirconia	32
Imagen 30. in-ceram Spinell	33
Imagen 31. Adhesión dental	37
Imagen 32. Pierre Fauchard	39
Imagen 33. Sevrition	40
Imagen 34. Tenure	42
Imagen 35. Mirage Bond	43
Imagen 36. Gluma Bond	43
Imagen 37. Adhesivo de tercera generación	44
Imagen 38. Adhesivo de cuarta generación	46
Imagen 39. Adhesivos de quinta generación	47
Imagen 40. Adhesivo de sexta generación	48
Imagen 41. Fotocurado en el protocolo de adhesión	50
Imagen 42. Técnica de adhesivo dental	52
Imagen 43. Efectos del ácido grabador en el esmalte	53

Imagen 44. Aplicación del adhesivo en el órgano dentario	54
Imagen 45. Objetivos de la adhesión dental	54
Imagen 46. Microestructura del adhesivo colocado sobre el esmalte sin acondicionar con una magnificación de 500X.	56
Imagen 47. Microestructura del adhesivo colocado sobre el esmalte acondicionado con ácido fosfórico, a una magnificación de 500X.	56
Imagen 48. Microestructura del adhesivo colocado sobre el esmalte acondicionado con técnica autograbante, a una magnificación de 500X	57
Imagen 49. Técnica de grabado parcial y total	59
Imagen 50. Unidad estructural del esmalte (prismas)	60
Imagen 51. Composición del esmalte dental	61
Imagen 52. Túbulos dentinarios	62
Imagen 53. Microestructura de la dentina	63
Imagen 54. Clasificación de la dentina en respuesta a estímulos	64
Imagen 55. Características de dentina cariada	65
Imagen 56. Complejo dentino pulpar	67
Imagen 57. Fibras de colágeno dentinario	68
Imagen 58. Estructura del órgano dentario	68
Imagen 59. Células presentes en tejido pulpar	70
Imagen 60. Tejido pulpar	70
Imagen 61. Tejido apical	71
Imagen 62. Adhesión química dental	74
Imagen 63. Efecto de la técnica de grabado en el esmalte magnificación de 1000x	75
Imagen 64. Protocolo de grabado parcial dental	77
Imagen 65. Protocolo de grabado total dental	78
Imagen 66. Grabado de la dentina en el órgano dentario	80
Imagen 67. Cerámica feldespática tratada con ácido fluorhídrico	81
Imagen 68. Aplicación del ácido fluorhídrico en la cerámica	81
Imagen 69. Protocolo de cementación de la restauración de porcelana	82
Imagen 70. Silano	85
Imagen 71. Aplicación del silano	88
Imagen 72. Colocación del bonding	88
Imagen 73. Colocación del material cementante	88
Imagen 74. Protocolo de cementado en corona disilicato de litio	89
Imagen 75. Fotopolimerización	90

INTRODUCCIÓN

Las cerámicas en la actualidad, por las propiedades que se manejan como son la translucidez, resistencia a la abrasión, estabilidad, biocompatibilidad y su alta estética, son utilizados como materiales de restauración de primera elección para tratamientos en prótesis fija de una o más unidades dentales o carillas, hablando de tratamientos más comunes. Los pacientes que llegan a consulta odontológica no solo buscan tratamientos dentales que les sirvan funcionalmente, es decir que al hablar o a la masticación no causen ningún problema sino que también se les devuelva la estética, los pacientes que no sufren ningún problema odontológico es decir caries o algún traumatismo dental van a consulta solo para devolver estética y armonía a sus órganos dentarios del sector anterior superior e inferior ya que ayuda a mejorar el autoestima, y así ya pueden sonreír sin pena alguna y hablar, porque sus dientes tienen la estética deseada de acuerdo a sus necesidades, porque solo quieren mejorar el color, forma o hasta una mínima mal posición dental sin tener que pasar por tratamientos largos o dolorosos y mucho menos que implique tiempo para acudir a citas continuas en este caso se pudieran colocar carillas dentales de cerámica que tienen buena resistencia no tienen algún problema de pigmentación como las resinas, ya que las cerámicas tienen buena translucidez y eso ayuda a que se visualicen con más naturalidad.

Para este tipo de restauraciones dentales realizadas con material de cerámica existen dos clasificaciones:

- Cerámica de matriz vítrea
- Cerámica de matriz cristalina

La diferencia en estos dos tipos son sus componentes y sus técnicas tanto de tallado como sus protocolos de cementación, en este caso se investigará los de material de cerámica vítrea que ha aumentado la frecuencia de su uso en la práctica odontológica, debido a la buena estética que maneja, también de las cerámicas vítreas existen varios tipos que son: feldespáticas que en su composición domina más una matriz vítrea, las convencionales aluminosas y reforzadas ya sea con

leucita o con disilicato de litio, este tipo de porcelanas también son llamadas ácido sensibles, ya que en su protocolo de cementación se le coloca un ácido fluorhídrico, el grabado con dicho ácido funciona para crear microretenciones en la fase vítrea de la porcelana, después, se realiza un lavado, secado y posteriormente la colocación del silano; de ahí la investigación ya que se brindará información sobre el uso e importancia del silano ya que este aporta unión química en la cementación y así mismo tener las bases de conocimiento que se aplicarán para realizar correctos tratamientos en los pacientes que asisten a clínicas de la Universidad Tecnológica Iberoamericana

CAPITULO I
GENERALIDADES PARA TRATAMIENTOS DE
CORONAS CERÁMICAS

1.1 Principios de tallado

En la odontología restauradora, se utilizan varios materiales como tratamiento en aquellos órganos dentarios que así lo requieran ya sea por caries que la OMS la define como. (OMS, 2004) “Un proceso localizado de origen multifactorial que se inicia después de la erupción dentaria, determinando el reblandecimiento del tejido duro del diente y evoluciona hasta la formación de una cavidad”.



Imagen 1 caries dental

Fuente. *Propdental* (recuperado integro Vieira Pereira, 2013)

Cuando el proceso está muy avanzado y extensa la cavidad, se podrá optar por tratamientos como son las incrustaciones que según el autor (Shillingburg, Hobo, & Whitsett, 1983) las define como “restauraciones coladas intracoronarias que se usan para la reparación de lesiones próximo-oclusales o gingivales de tamaño moderado o mínimo” (p.13).



Imagen 2 incrustaciones dentales

Fuente. *Dentisalut clínica* (recuperado integro Julieta, 2014)

Cuando un órgano dentario tiene una avanzada destrucción y para evitar complicaciones, como una recidiva de caries se podría optar por la colocación de una corona que según el autor (Shillingburg, Hobo, & Whitsett, 1983) la define como. “Es una restauración cementada que reconstruye la morfología, la función y el contorno de la porción coronal dañada de un diente” (p.13). En ese tratamiento se colocaría de manera unitaria o como puente fijo de más de tres unidades, cuando se tenga ausencia de un órgano dentario.



Imagen 3 coronas dentales

Fuente. *Sunset dental Cancún* (recuperado integro (Sunset, 2016)

En la actualidad la odontología estética se vuelve más común en los pacientes que requieren tratamientos donde se devuelva la funcionalidad, pero como primera opción tenga una buena estética es decir que la restauración colada en cavidad bucal tenga los componentes semejantes a sus órganos dentarios.

Las carillas definidas como. “Estas restauraciones consisten en reemplazar parte del esmalte por vestibular en sectores anteriores y según circunstancias a premolares. El propósito es alterar o rectificar el tamaño, color, forma anatómica, armonía y fonética” (dental, 2011).

Son utilizadas en tratamientos estéticos, ya sea para modificar algún defecto dental y estos tratamientos se vuelve cada vez más comunes ya que al paciente le devuelve seguridad y autoestima ante la sociedad, también algunos pacientes optan por la colocación de carillas cuando presentan alguna giroversión mínima con el fin de

evitar una ortodoncia que como tratamiento requiere de tiempo por citas continuas y así también evitar molestias innecesarias o simplemente lograr una sonrisa natural y más armoniosa.

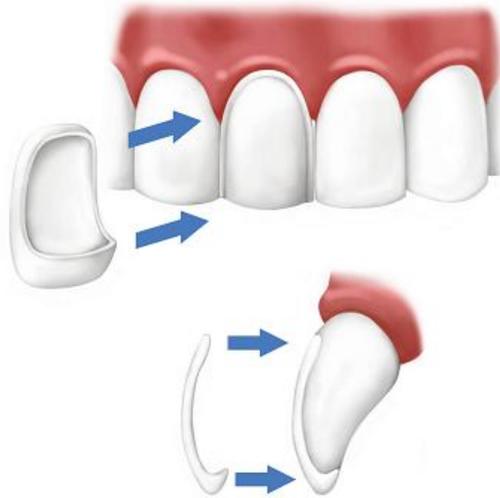


Imagen 4 carillas dentales
Fuente. *Inran* (recuperado integro (Leonardi, 2017))

La odontología siempre está en constante cambio, innovando en materiales para hacer la práctica más fácil y reduciendo el tiempo de trabajo, pero tomando en cuenta la importancia y la repercusión de la estética del paciente en la sociedad.

Todas las restauraciones ya mencionadas se pueden elaborar de distintos materiales ya sea metálicas, metal-porcelana, o completamente estéticos esto dependiendo a las necesidades del paciente.

Cuando ya se tuvo una evaluación completa del paciente y realizando los estudios necesarios para realizar un tratamiento protésico que según el autor (Shillingburg, Hobo, & Whitsett, 1983) son “la historia clínica, el examen intraoral, los modelos de estudio, la exploración radiológica”. (p.13).

Se procede a realizar un tratamiento protésico-dental y para que tenga una adhesión adecuada, se necesita de una unión química la cual se da con la colocación del ácido grabador en el órgano dentario, el ácido fluorhídrico en la restauración cerámica, y el silano el cual tiene un papel importante que actúa como agente de unión y la colocación del adhesivo. Pero también influye el tallado en o los órganos dentarios a tratar para la colocación de la restauración, importante saber que existen diversos tipos de tallado y terminaciones dependiendo a la necesidad del tratamiento es decir si es para una prótesis metal-porcelana difiere de una totalmente cerámica.

Para realizar un tallado existen 4 principios importantes:

- Preservación de la estructura dentaria
- Retención y estabilidad
- Solidez estructural
- Márgenes perfectos

Preservación de la estructura dentaria

La finalidad de una restauración es reemplazar la estructura dentaria afectada o destruida, pero cuidando aquella estructura sana conservándola y que nos ayude a dar una buena retención, es por tal motivo que el odontólogo debe seleccionar bien el diseño para evitar fracturas.

Retención y estabilidad

La retención evita la movilización de la restauración a lo largo de su eje de inserción o eje longitudinal del tallado. La estabilidad evita la dislocación de la restauración por fuerzas oblicuas o de dirección apical e impide cualquier movimiento de la restauración sometida a fuerzas oclusales. La unidad básica de retención es el conjunto formado por superficies opuestas. (Shillingburg, Hobo, & Whitsett, 1983, pág. 67)

Este principio es directamente asociado a la forma de tallado del órgano dentario, las paredes a tallar deberán ser paralelas o ligeramente cónicas para que la restauración asiente en la preparación.

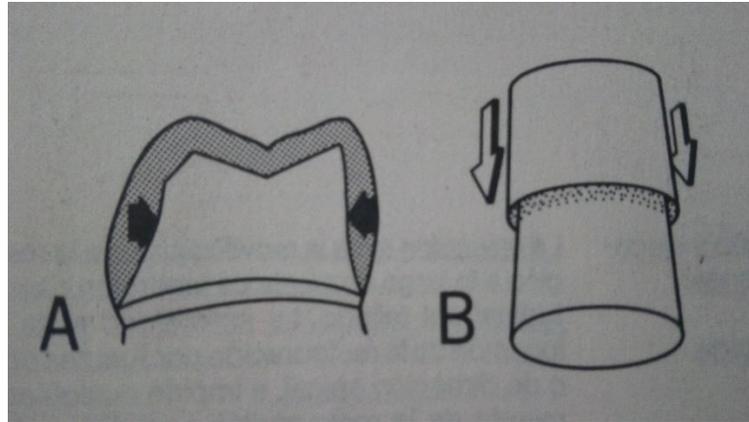


Imagen 5. Para la retención se vale de superficies externas opuestas
Fuente. *Fundamentos de prostodoncia fija* (recuperado integro Shillingburg, Hobo, & Whitsett, 1983)

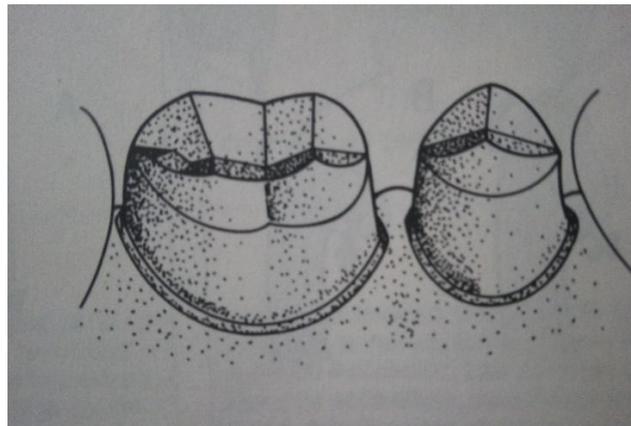


Imagen 6. El molar será más retentivo que el premolar porque tiene mayor superficie
Fuente. *Fundamentos de prostodoncia fija* (recuperado integro Shillingburg, Hobo, & Whitsett, 1983)

La retención mejorara si se limita geográficamente el número de direcciones en que la restauración puede ser retirada del órgano dentario con la preparación y también dependiendo de la conicidad.

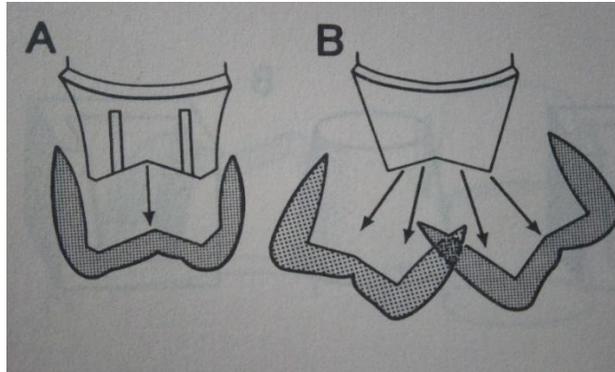


Imagen 7. Limitar el número de direcciones en que pueda entrar o salir una restauración Fuente. *Fundamentos de prostodoncia fija* (recuperado integro Shillingburg, Hobo, & Whitsett, 1983)

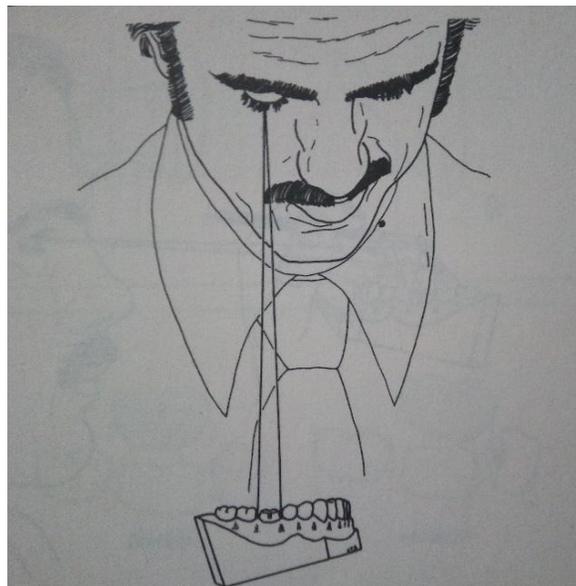


Imagen 8. Observar si el tallado tiene socavados Fuente. *Fundamentos de prostodoncia fija* (recuperado integro Shillingburg, Hobo, & Whitsett, 1983)

Solidez estructural

El tallado debe proyectarse de modo que la restauración pueda tener el grueso del metal necesario para resistir las fuerzas de la oclusión. Por otra parte, los contornos de la restauración deben ser lo más próximos a los ideales, para evitar tanto problemas periodontales como oclusales. (Shillingburg, Hobo, & Whitsett, 1983, pág. 74)

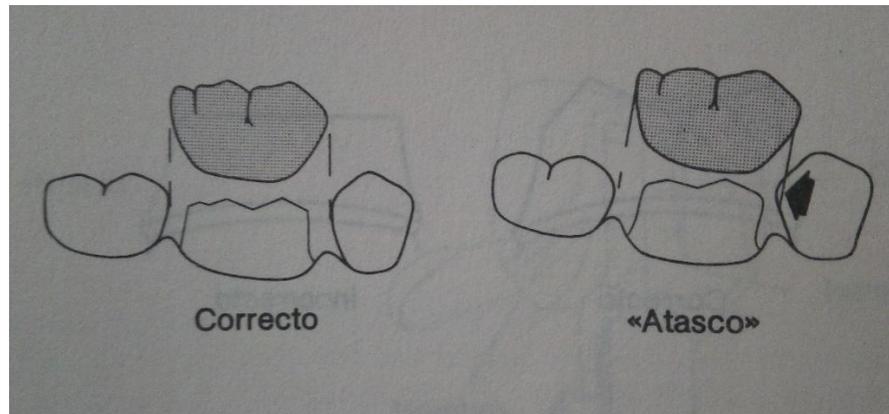


Imagen 9. Eje de inserción paralelo a los contactos proximales

Fuente. *Fundamentos de prostodoncia fija* (recuperado integro Shillingburg, Hobo, & Whitsett, 1983)

En este principio es importante el espacio interoclusal, porque va directamente asociado con el grueso del metal en caso de que se necesite una restauración de estas, deberá de hacerse la preparación con un desgaste de 1.5mm en cúspides funcionales linguales en molares y premolares del maxilar superior y en cúspides bucales inferiores se recomienda solo el desgaste de 1.0mm, recordando que cuando se hace la preparación se deberá tallar dejando los planos básicos inclinados, de la superficie oclusal y dejando una adecuada reducción en surcos o fosas para dejar una buena morfología funcional, importante también realizar biselado de la cúspide funcional.

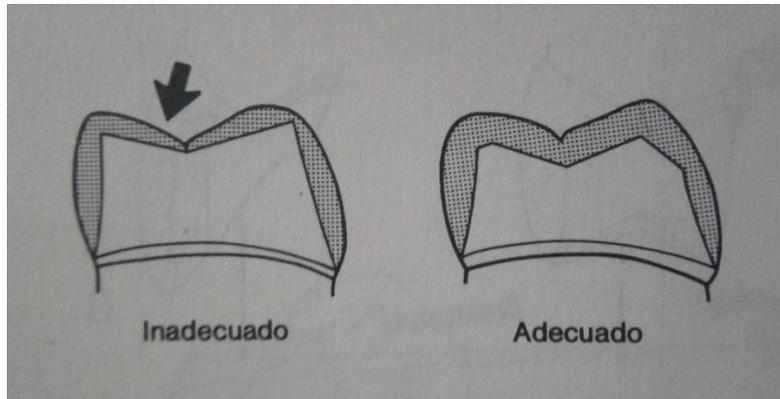


Imagen 10. Reducción oclusal para el grosor de la restauración
 Fuente. *Fundamentos de prostodoncia fija* (recuperado integro Shillingburg, Hobo, & Whitsett, 1983)

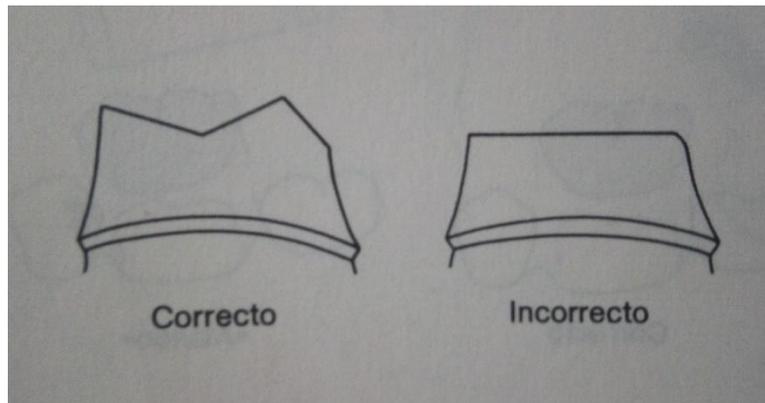


Imagen 11. En la reducción oclusal se debe reproducir los planos fundamentales
 Fuente. *Fundamentos de prostodoncia fija* (recuperado integro Shillingburg, Hobo, & Whitsett, 1983)

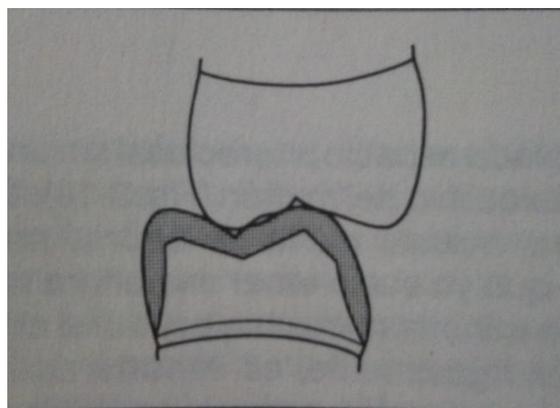


Imagen 12. Biselado de la cúspide funcional
 Fuente. *Fundamentos de prostodoncia fija* (recuperado integro Shillingburg, Hobo, & Whitsett, 1983)

Perfección de los márgenes

Las restauraciones podrán estar en el ambiente biológico de la cavidad bucal siempre que los márgenes de dicha restauración estén bien ajustados a la línea de terminación del tallado.

1.2 Líneas de terminación

Línea de terminación de chaflán curvo o chamfer, esta terminación es considerada por la mayoría de los autores como el ideal porque permite el espesor adecuado para restauraciones de metal-porcelana porque presenta mayor resistencia y dureza, también porque se ha demostrado que produce menos sobre esfuerzo.

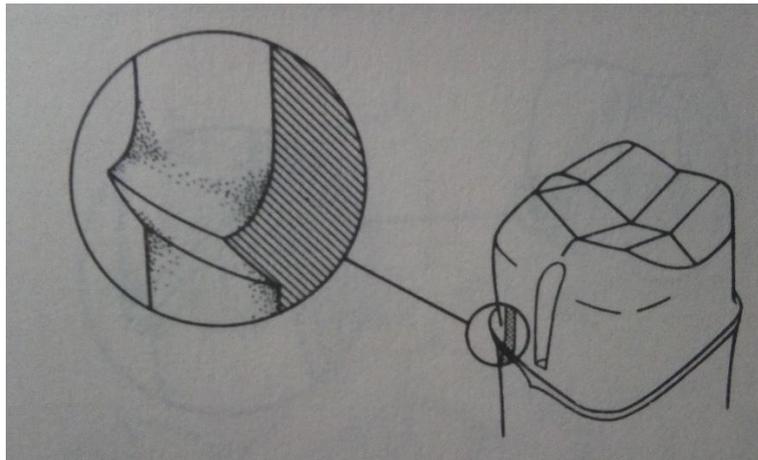


Imagen 13. Chaflán curvo o chamfer

Fuente. *Fundamentos de prostodoncia fija* (recuperado integro Shillingburg, Hobo, & Whitsett, 1983)

La terminación hombro o escalón proporciona un buen soporte este tipo de terminación es recomendada para restauraciones totalmente cerámicas para porcelana de 1.0 a 1.2mm, en esta terminación se deberá hacer mayor desgaste por tal motivo está contraindicado en restauraciones metálicas o metal-porcelana.

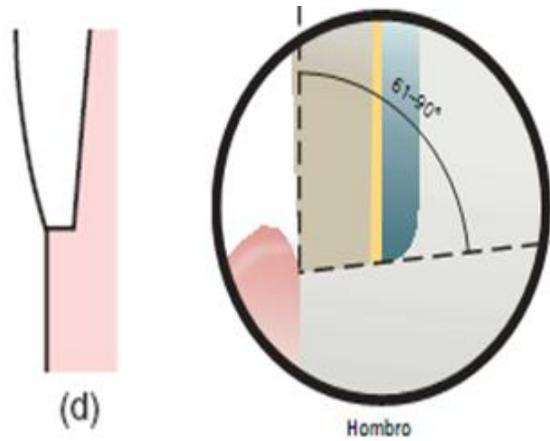


Imagen 14. Hombro recto
Fuente. *Goconqr* (recuperado integro goconqr)

La línea de terminación en bisel es una forma modificada de hombro, la repisa formada por el tallado no da lugar a un ángulo de 90° entre la superficie exterior del diente y la zona tallada. En ese lugar se forma un ángulo obtuso. Por lo tanto, la restauración tendrá un borde en ángulo agudo. No es el ideal, pero permite que el collar metálico de las restauraciones en metal-porcelana sea mínimo.

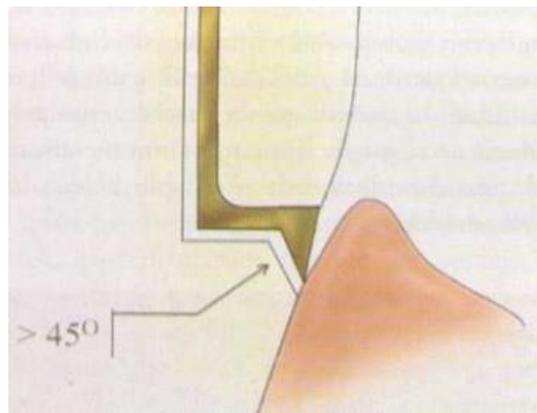


Imagen 15. Hombro recto biselado
Fuente. *Goconqr* (recupero integro goconqr)

De este tipo de terminación existen variantes como el hombro con bisel, aunque no se recomienda como tallado de rutina, esto porque se realiza una destrucción innecesaria del diente.

Otra línea de terminación el cual permite obtener un buen margen para el metal es el borde filo de cuchillo; como ventajas de esta terminación es nítido y lineal conservando el tejido y es útil en preparaciones periodontales, pero como desventaja genera sobre contornos, sino se realiza el tallado adecuadamente.



Imagen 16. Filo de cuchillo

Fuente. *SlideShare* (recuperado integro Cuevas Suarez, 2014)

En las líneas de terminación se realizará el desgaste oclusal dependiendo el material

- metálicas 1.0mm
- metal-cerámica 1.5mm
- totalmente cerámica 2.0mm



Imagen 17. Líneas de terminación
Fuente. *SlideShare* (recuperado integro Cuevas Suarez, 2014)

1.3 Preservación del periodonto

Cuando se realizan las preparaciones se debe procurar no causar daños a los tejidos periodontales, y esto proporcionara una buena higiene y evitara alguna afección como una gingivitis la cual se define como la inflamación de las encías por acumulo de biopelícula dental, por mala higiene o por algún daño al tejido.



Imagen 18. Gingivitis
Fuente. *Propdental* (recuperado integro propdental, 2018)

Si el daño no cesa puede evolucionar a una periodontitis, la cual es una patología que destruye los tejidos de soporte del órgano dentario.



Imagen 19. Periodontitis

Fuente. *Guía de la salud* (recuperado integro vital, 2018)

Por tal motivo se debe cuidar y darle importancia a la forma, contorno y localización del margen cervical del tallado, el cual deberá extenderse en lo mínimo dentro del surco gingival evitando afectar el espacio biológico, el cual se define como el espacio que existe en el epitelio de unión y el tejido conectivo de inserción de la encía, si se invadiera este espacio se produciría inflamación y actividad osteoclástica.

En los momentos en los que se invade el espacio biológico en los tratamientos protésicos, la reabsorción de hueso continuará hasta la cresta alveolar, si la restauración se encuentra 2mm por debajo del margen durante el tallado, la retracción gingival ya sea mecánica o química, o cuándo se realiza la toma de impresiones para la elaboración de las restauraciones, también cuándo se cementa la restauración protésica y si en algún momento existiera restauraciones sobre extendidas.

En la práctica odontológica para evitar este daño, se tratará de no dejar sobre contornos, evitar márgenes subgingivales y cuidando la terminación de la restauración dando un excelente pulido

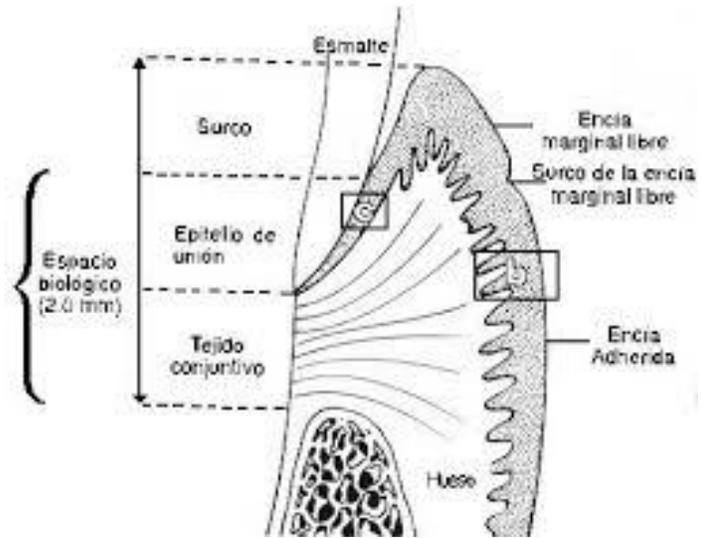


Imagen 20. Espacio biológico

Fuente. UCV (recuperado integro Gil Padron, Pérez Sanchez, & Sáenz Guzmán, 2005)

CAPITULO II CERAMICAS

Esta investigación está enfocada en aquellas restauraciones completamente estéticas, de material cerámico que podrán ser fabricadas en capas inyectadas analógico o digital, las cerámicas dentales son definidas como “los materiales cerámicos contienen átomos metálicos y no metálicos que forman uniones covalentes y/o iónicas. Estos átomos pueden disponerse ordenadamente en el espacio formando estructuras cristalinas o cristales de forma irregular formando estructuras amorfas o vidrio”. Las cerámicas dentales tienen una composición de óxidos metálicos y otros materiales cerámicos tradicionales, las cerámicas tienen en su estructura feldespato que se utiliza para restauraciones de metal-cerámica, pero al tener la posibilidad de hacer restauraciones completamente estéticas se desarrollan sistemas como los son in-ceram y dicor.

Las cerámicas como material restaurativo en odontología tiene muchas ventajas y propiedades para imitar estructura dentaria en aspecto y color, las cerámicas son tan parecidas a los órganos dentarios tanto en forma, textura y translucidez que es posible no poder diferenciarlos, presentan también algunas características ópticas térmicas y de solubilidad; evita la corrosión y es biocompatible tanto en tejidos duros como blandos permitiendo ser el material de restauración de primera elección en tratamientos de prótesis fija.

Las cerámicas dentales en cuanto a su composición tiene propiedades similares al vidrio “se diferencia del vidrio porque sus componentes principales como son potasa y óxido de sílice forman material de una sola fase” (Tovati, Miara, & Nathanson, 2000, pág. 27) y las porcelanas tienen componentes que no son fundidas a la temperatura de cocción de la porcelana, como tal estos materiales permanecen como cristales rodeados de los ingredientes que si se funden formando así un material translucido pero no transparente como vidrio, y presenta 2 fases una dispersa cristalina y una fase amorfa continua.

Las cerámicas dentales están basadas en componentes como son feldespato, oxido de silicio y caolín, similar a las cerámicas que son utilizadas de forma decorativa, como lo son platos y tazas, la diferencia a la cerámica de uso dental es la porción de ingredientes, la cerámica dental está basada principalmente en feldespato y la cerámica decorativa en caolín. (tovati , miara, & nathanson, 2000, pág. 27)



Imagen 21. Composición de las cerámicas dentales
Fuente. *SlideShare* (recuperado integro Universidad de Chile, 2010)

El feldespato es un material gris, cristalino que se puede encontrar en las rocas y en su composición tiene silicato de aluminio y potasio y para que las porcelanas dentales tengan los colores similares al esmalte, solo se añade pequeñas cantidades de colorantes al polvo de la porcelana. Esta mezcla se realiza de óxidos metálicos y el polvo del feldespato, los óxidos más utilizados son:

- oxido de estaño para opacar
- óxido de hierro para dar matiz marrón
- oxido de cobre dar tono verde
- oxido de titanio para el amarillo
- oxido de cobalto para el azul
- oxido de níquel para el marrón
- oxido de magnesio morado

Así mismo se añade el ingrediente traza en cantidades pequeñas que dan la fluorescencia, esto hace que la porcelana refleje la luz ultravioleta, característica que también tiene los órganos dentarios.

En cuanto a la fabricación de coronas de porcelana se pueden realizar en troqueles refractarios y utilizando platino en hojas para obtener una réplica exacta

El técnico mezcla el polvo de porcelana del color adecuado con agua destilada y lo aplica al troquel refractario o a la hoja de platino con pincel fino. Primero se aplica la <<capa de dentina>> (...) el secado con papel absorbente ayuda a reducir el exceso de agua. La dentina de porcelana se aplica en exceso para compensar la retracción que tendrá lugar durante la fusión de la porcelana. (tovati , miara, & nathanson, 2000, pág. 28)

De la misma forma se realiza la capa del esmalte solo con un matiz más traslucido una vez que se encuentre fría la restauración se ajustara por medios mecánicos, después se puede proceder a una cocción final para que la porcelana complete su fusión, controlando el tiempo y temperatura de cocción final y realizándola con aire es decir sin vacío, se obtiene una capa de <<autoglaseado>> sobre la capa más externa de la restauración.

Cuando se realizaba todo este proceso, en la porcelana, hace algunos años presentaba fallas las cuales se relacionaban con microfracturas y grietas que se producían en el momento de cocción o de enfriamiento ya que se contaminaban, esto era a nivel microscópico y cuándo se colocaban en cavidad bucal, al estar sometida la porcelana a fuerzas tensionales por el proceso de masticación, la porcelana se fracturaba desde el interior hacía su superficie lo que provocaba la falla completa de la corona, al ver todos estos errores, fueron empleando mecanismos para evitarlas, uno de esos mecanismos fue el refuerzo con una estructura metálica en su interior la única desventaja que presentaba era la estética y se notaba aún más en los márgenes ya que la porcelana era muy delgada, y el metal reducía la traslucidez de la restauración por ser una material más opaco, de igual forma al ver esa desventaja se realizó otro método para eliminar el material metálico, donde se utilizó porcelana reforzada para el interior de la restauración y en 1965 Mclean y Hughes desarrollaron las coronas de

porcelana aluminosa, esta corona tuvo mejora, pero como desventaja fue que tenía limitada transmisión de luz y poca resistencia para la región posterior de la cavidad bucal, con el tiempo se fueron desarrollando técnicas para la mejora de la porcelana que fueron las siguientes, del refuerzo (núcleo) “Una técnica desarrollada por Sadoun en 1985 hace uso de núcleos aluminosos infiltrados con vidrio a fin de conseguir subestructuras de alta resistencia para soporté de coronas y puentes”. (tovati , miara, & nathanson, 2000, pág. 29)

El in-ceram es un tipo de material que presenta dos fases, los cuales se entrelazan y extienden de forma continua en la superficie interna y externa, presenta mayor resistencia debido a que una fractura debía pasar a través de capas alternativas de ambos componentes, en “ los sistemas restauradores completos de cerámica en in-ceram se basa en el colado bifásico de un núcleo de alúmina con la subsecuente infusión de vidrio” (tovati , miara, & nathanson, 2000, pág. 29). Cuándo la alúmina es procesada y en el momento de cocción se produce una retracción y se crea una red porosa en la superficie que va desde el exterior al interior, para rellenar los poros creados se aplica un vidrio de silicato de aluminio y el resultado es un núcleo traslucido, la siguiente fase es crear la restauración, la cual sobre ese núcleo se aplicara la porcelana.

Después se introdujo material de segunda generación que fue el in-ceram spinell, la técnica es similar a la original la única diferencia es el núcleo que es un poco más traslucido, la red porosa se realiza con polvo de magnesio y alúmina, este material presenta una estructura cristalina llamada (espinela), la espinela se fusiona con el vidrio.

En la actualidad nuevos sistemas cerámicos, permiten la fabricación de coronas coladas o de moldes por inyección “una de las diferencias principales entre la porcelana feldespática y la cerámica de vidrio colable es el hecho de que esta última, se cuela como los materiales no cristalinos y después adquiere una estructura cristalina mediante tratamiento térmico” (Shand, 1958).

Los materiales de cerámica de vidrio consisten en una matriz de vidrio que rodea una segunda fase de cristales y suelen tener mejores propiedades físicas, como lo es

resistencia a la fractura, aislante térmico y esas propiedades dependen del tamaño y la densidad del cristal, la interacción de los cristales y la matriz. “IPS Empress es un sistema introducido recientemente de moldeado por inyección, que utiliza una porcelana de feldespato reforzado con leucita” (tovati , miara, & nathanson, 2000, pág. 31), los cristales de leucita ayudan a la resistencia a la fractura de la matriz de vidrio y feldespato de forma similar a las porcelanas aluminosas reforzadas por dispersión.

Las cerámicas de baja fusión se utilizan en estructura de titanio, cuándo se necesitan restauraciones metal-cerámica.

Algunos sistemas de manufacturación de las cerámicas también han sido actualizadas, uno de los más utilizados en la actualidad es el sistema CAD-CAM, que significa (diseño asistido por ordenador-manufactura asistida por ordenador) en la odontología este sistema inicio en los años 70, este sistema permite hacer una impresión óptica de la preparación del órgano dentario y con el ordenador se diseña la restauración, después la restauración se talla a partir de un bloque de cerámica utilizando un disco de diamante y por último se adapta la oclusión mediante fresas de diamante; otro sistema por manufacturar, inlays, onlays, coronas y puente de cerámica es el Celay, el cuál es una maquina capaz de esculpir restauraciones con precisión que utiliza los mismos materiales cerámicos, pero este sistema no está dirigido por un ordenador.



Imagen 22. Diseño asistido por ordenador
Fuente. *Propdental* (recuperado integro Propdental)

Los odontólogos bajo su criterio, podrán elegir el sistema de restauración que más les convenga dependiendo del costo y facilidad de fabricación, la estética de cada sistema varía respecto al grado de translucidez que se necesite.

2.1 Historia de las cerámicas dentales

La porcelana usada como un material dental, fue en el año 1789 por un dentista francés y un farmacéutico (Duchateau), la porcelana fue un producto mejorado de una pasta de dientes mineral, el cuál Duchateau fabricó en 1774, al principio este compuesto no fue utilizado para la fabricación de restauraciones unitarias, ya que en ese entonces no tenían algún método con el cual se uniera el órgano dentario con la base de la restauración.

En 1808 Fonzi fue un dentista italiano, que inventó la porcelana llamada terrometálica, para la fabricación de restauraciones que eran colocados por medio de un pin. Planteau un dentista francés trabajo la porcelana dental en el año 1817 y Peale, un artista fue quien desarrollo el proceso de cocido y en 1825 comenzó su comercialización.

En Alemania, Pfaff desarrollo una técnica para realizar impresiones dentales mediante la utilización de yeso de París en 1756, pero no fue hasta 1839, cuando la invención de la goma vulcanizada permitió la unión eficaz de los dientes de porcelana a la base de la dentadura. (Phillips, 2008, pág. 660).

Después en el año 1903 el Dr. Charles Land introdujo una de las primeras coronas cerámicas en odontología “Land, que fue abuelo del aviador Charles Lindbergh, describió una técnica para la fabricación de coronas de porcelana, usando una matriz de papel de platino y porcelana feldespática de alta fusión” (Phillips, 2008, pág. 660). Como ventaja estas coronas presentaban una alta estética, pero baja resistencia a la flexión el cuál esta desventaja producía fracasos en la mayoría de las ocasiones, al ver esto, se procedió a utilizar porcelana feldespática con una unión química para una prótesis metal-cerámica, ya que utilizar una corona totalmente de cerámica era

demasiado frágil. La primera porcelana comercial fue desarrollada por Vita Zahnfabrik casi en el año 1963 “aunque la porcelana vita tenía buenas propiedades estéticas, la introducción de la porcelana cerámica que tenía más versatilidad y al tener mejor expansión térmica permitió que esta porcelana fuera utilizada con más variedad de aleaciones” (pillips, 2008, pág. 661).

En 1965 McLean y Hughes, trabajaron para evitar las fracturas de porcelana, usando un núcleo cerámico de aluminio el cuál es una matriz de vidrio y este material tenía una traslucidez inadecuada, se requería un recubrimiento de porcelana feldespática para lograr una buena estética.

A principios del año de 1990, se introdujo un cristal-cerámico comprimido (IPS Empress) el cuál contenía alrededor del 34% de su volumen en leucita, pero este material no está indicado para la fabricación de prótesis parciales fijas y por tal motivo a finales de esa década apareció una vitrocerámica con mayor resistencia a la fractura, (IPS Empress2) el cual en su composición contenía cristales de silicato de litio, todas estas mejoras a lo largo del tiempo han logrado reducir el fracaso de fractura en los tratamientos, de igual forma hubo mejoras en la fabricación de porcelanas haciéndolas menos abrasivas, así que en el año de 1992 se comercializó

Duceram LFC es un vidrio hidrotérmico, en el cuál el agua es incorporada dentro de la estructura de cristal de silicato para dar lugar a grupos hidroxilo no puntuales, que rompen la red cristalina, lo que disminuye la temperatura de transición del vidrio, la viscosidad y temperatura de cocción. (pillips, 2008, pág. 662)

2.2 Clasificación de las cerámicas dentales

En la actualidad existen muchos tipos de porcelana dental para clasificarlos; hay porcelanas de núcleo, de recubrimiento marginal de dentina, de esmalte, cerámicas coloradas glaseadas y de adición, todos estos tipos pueden clasificarse de varias formas como son:

- por su uso e indicaciones: si son para sector anterior o posterior y si puede ser para coronas, postes o prótesis parciales fijas
- por su composición: ya sea de aluminio de zirconio, cristal de sílice, vitrocerámica a partir de leucita o de litio
- por su fabricación: es decir por cómo se trabajará la cerámica y hay métodos como CAD-CAM por inyección, sinterizado o duplicado mediante fresadora copiadora
- por temperatura de cocción: baja mediana o alta fusión
- por su translucidez: opacas translucidas o transparentes
- por su resistencia a la fractura
- por abrasivas

Todas estas clasificaciones el odontólogo tendrá que tener conocimiento al igual tener una buena comunicación con el técnico que trabajara a la par, para brindar un buen tratamiento al paciente, de ahí seleccionara el material adecuado para cada situación tomando en cuenta sus ventajas y desventajas.

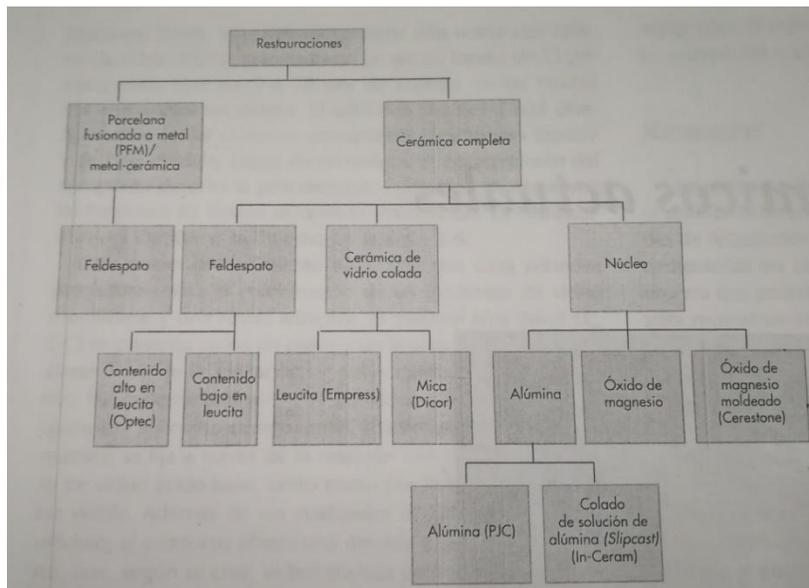


Imagen 23. Clasificación de los materiales para restauraciones cerámicas

Fuente. *Odontología estética y restauraciones cerámicas* (recuperado integro tovati , miara, & nathanson, 2000)

La clasificación que se enfocará esta investigación es al tipo de microestructura, el cual hay 2 tipos, la primera es por matriz vítrea y la otra es una matriz cristalina.

2.3 Cerámica de matriz vítrea

Las cerámicas dentro de la clasificación por su microestructura, existe una cerámica silicáticas llamadas también feldespáticas o cerámicas vítreas.

Las cerámicas de silicato, presentan una estructura bifásica, compuesta por cristales de refuerzo (fase dispersa) sumergidos en una matriz de vidrio fundido y (fase amorfa o vítrea), se trata de una categoría de materiales frágiles, que incluye productos con composiciones químicas y estructuras diferentes. (Montagno & Barbesi, 2013, pág. 131)

En esta clasificación existen 3 tipos de cerámicas:

- cerámicas de alto contenido de feldespato: (vidrios feldespáticos) y contienen baja cristalinidad aproximadamente 15%
- cerámicas de bajo contenido feldespático y reforzado con cristalitas de alúmina o leucita (cristalinidad al 40-50%)
- las vitrocerámicas con base de leucita de disilicato de litio, y nanofluorapatita, las cuales se obtienen mediante procesos de cristalización guiada de núcleos de cristalitas.

Cerámicas feldespáticas: este tipo de cerámicas son clasificadas según la cantidad de matriz vítrea, formada por el feldespato.

Las cerámicas de alto contenido de feldespato, contienen cuarzo en un porcentaje reducido (cristalinidad del 15 al 25%) de esta composición es de lo que depende la translucidez y la reducción a la resistencia de la fractura, este material es utilizado por su alta estética como revestimiento en coronas. Para las cerámicas elaboradas por condensación y sinterización su resistencia a la flexión es de 60 a 100 mpa y 120 mpa para las sinterizadas industrialmente y fresadas mediante CAD/CAM. “En las

cerámicas de bajo contenido de feldespato es necesario introducir un mayor porcentaje de cristalitas de alúmina o leucita (45 a 50%) para poder ejercer dos funciones” (Montagno & Barbesi, 2013, pág. 131)

Las dos funciones son las siguientes:

- aumentar las propiedades mecánicas obstaculizando la fractura (crack impeding)
- disminuir la translucidez y aumentar la opacidad para obstaculizar el paso de la luz



Imagen 24. Clasificación de cerámicas libres de metal
Fuente. *Cerámica* (recuperado integro Zapata, 2014)

Vitrocerámica

“Se define a la vitrocerámica como una base de silicato de vidrio (feldespática), caracterizada por la típica estructura bifásica (amorfa y policristalina), que se produce a través de una cristalización guiada del vidrio para mejorar las propiedades mecánicas” (Montagno & Barbesi, 2013, pág. 134) la cristalización de la matriz vítrea representa un defecto en los productos vítreos para el aumento de la opacidad, esto se debe por el crecimiento y desorden de cristalitas de tamaños diferentes, pero en las vitrocerámicas su objetivo es lograr que la estructura este ordenada y homogénea.

Leucitas:

Las vitrocerámicas reforzadas con leucita presentan una moderada traslucidez y resistencia de 150 mpa

Disilicato de litio:

Sus propiedades dependen de la microestructura constituida de muchos cristales entrelazados, el cual obstaculizan la desventaja de fracturas, pero se disminuye la traslucidez, para su fabricación se pueden realizar por estratificación, termopresado y por fresado CAD/CAM.

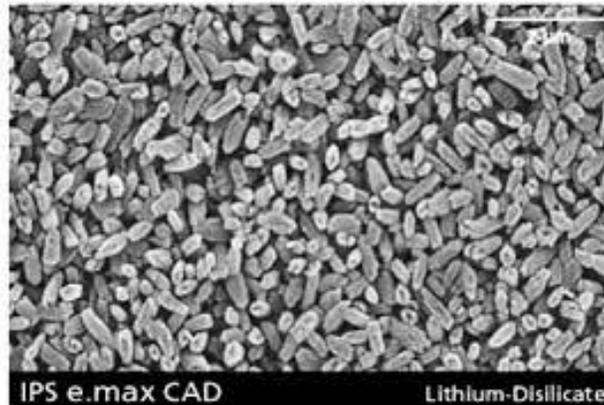


Imagen 25. Microestructura del disilicato de litio

Fuente. *Scielo* (recuperado integro Caparros Perez & Duque Vargas, 2010)

Nanofluorapatita:

“Las cerámicas de revestimiento tradicionales son vidrios feldespáticos, compuestos principalmente por una fase vítrea amorfa (70 a 85%) con una fase cristalina reducida para garantizar propiedades ópticas ideales” (Montagno & Barbesi, 2013, pág. 141).

Las vitrocerámicas con base de nanofluorapatita son productos sin componentes de feldespato, por tal motivo no forman leucitas, y está determinada por una estructura compuesta por cristales de fluorapatita y vidrios sinterizados, de base de silicatos con

estructura monofásica (amorfa o vítrea) ya que la ausencia del compuesto feldespático impide la formación de la fase cristalina de leucita.

En la cerámica feldespática posee dos fases, la vítrea responsable de la translucidez y la fase cristalina, la cual se encarga de la resistencia. Las restauraciones feldespáticas son en general, confeccionadas en modelos refractarios o sobre coping metálico, pero hoy en día hay variaciones de fórmulas como lo son “IPS Desing y E.max Ceram (ivoclar vivadent) a base de fluorapatita y libres de feldespato utilizadas tanto para metalocerámicas como para técnica de troquel refractario, por lo tanto, confeccionados e indicados para los mismos procedimientos de las feldespáticas” (Salazar Fonseca, 2009).

-Procera All Ceram (Nobel biocare) este sistema utiliza tecnología CAD/CAM el cual confecciona la infraestructura con un 99.5% de alúmina, teniendo una resistencia y la flexión de 650 mpa, después se coloca una estructura con cerámica feldespática de baja fusión.

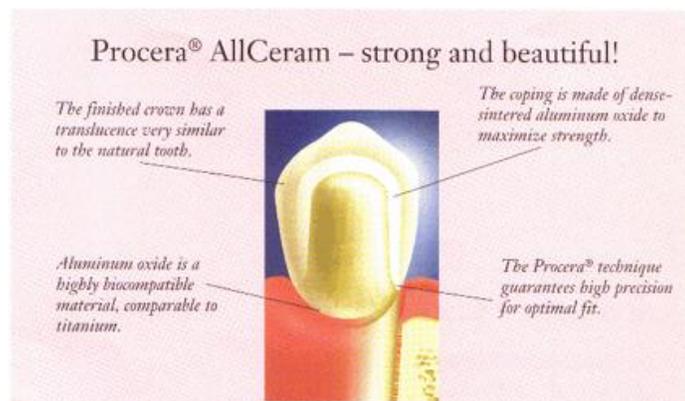


Imagen 26. Procera AllCeram
Fuente. *Palash Dental* (recuperado integro Palash Dental, 2017)

-Procera AllZirconio semejante al sistema Allceram, tiene alto contenido de zirconio

-Cercon Zirconia solo tiene zirconio en su composición

-IPS Empress (ivoclar vivadent) se utiliza una técnica de cera prensada, que contiene del 30 al 40% de cristales de leucita el cual forma una matriz vítrea

-IPS Empress 2 tiene cerámica para la infraestructura, contiene 60% de cristales de disilicato de litio y una cerámica de cobertura con cristales de fluorapatita



Imagen 27. Caracterización del IPS Empress
Fuente. *Ivoclar vivadent* (Ivoclar Vivadent)

-Cergogold (dentsply) utiliza técnica de cera perdida tiene cristales de leucita.

-In-ceram alúmina (vita) tiene 85% de alúmina, sobre la estructura se aplica la cerámica feldespática.

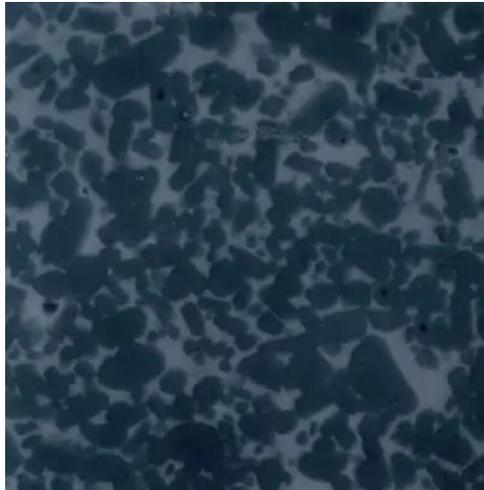


Imagen 28. microestructura de la cerámica in-ceram, alumina (vita)
Fuente. *Scielo* (recuperado integro Martínez Rus, Pradies Ramirez, Suárez García, & Rivera Gómez, 2007)

-In-ceram zirconia (vita) utiliza 20% de zirconio y 67% de alúmina teniendo una resistencia de 750 mpa.



Imagen 29. In-ceram Zirconia
Fuente. *SlideShare* (recuperado integro Indian Dental Academy, 2014)

-In-ceram spinell (vita) utiliza una mezcla de alúmina y magnesio, lo cual hace la infraestructura más traslucida y con una resistencia de 300 mpa.



Imagen 30. In-ceram Spinell
Fuente. Tesco (recuperado integro vita in-ceram)

2.4 Cerámica de matriz cristalina

Las cerámicas de matriz cristalina o cerámicas policristalinas u oxidocerámicas, presentan una estructura cristalina monofásica.

Constituida por átomos o moléculas dispuestas en un retículo tridimensional regular y periódico, formado por sustancias puras y un monocomponente (90%) en matriz intermedia. Son generadas por sinterización compacta carente de intersticios y se caracterizan por propiedades mecánicas elevadas que incluyen: alúmina pura y el zirconio estabilizado con itrio. (Montagno & Barbesi, 2013, pág. 131)

Las cerámicas aluminosas infiltradas con vidrio, pertenecen a la familia de las oxido cerámicas, presentan una estructura polifásica en el que los intersticios amplios de la estructura cristalina son infiltrados con vidrio.

El cuarzo en la alúmina le confiere mayor resistencia, de unos 170 mpa, aumenta la temperatura de cocción y resistencia a la cristalización, pero también se reduce la translucidez, estos materiales son utilizados con técnica de estratificación para revestimiento estético, para coronas anteriores e incrustaciones con sistemas CAD/CAM, debido a su translucidez y facilidad de fresado.

- Cerámicas aluminosas de infiltración vítrea.

Se trata de un tipo especial de oxidocerámica de sinterización porosa, compuesta por 2 fases.

Los núcleos de alúmina representan la estructura cristalina porosa, que puede ser reforzada en un 30% del volumen con otras cristalitas (alúmina, aluminato de magnesio y zirconio); el vidrio de aluminato de lantano (La_2O_3) infiltra y cierra los poros de la estructura extendiéndose en continuidad desde la superficie externa hasta la interna sin formar parte de la estructura cristalina. (Montagno & Barbesi, 2013, pág. 143)

CAPITULO III

ADHESIÓN DENTAL

3.1 Concepto y antecedentes de la adhesión dental

En la odontología actual para muchos tratamientos y para su correcta efectividad, se utilizan procedimientos de adhesión, para unir los tejidos dentarios con el material restaurador. “un adhesivo es una sustancia que mantiene juntas y une las superficies de dos materiales. Puede producirse una unión química en el plano anatómico o molecular, o un engranaje mecánico o micromecánica” (Schmidseder, Atlas de odontología estetica , 1999, pág. 103). En los términos odontológicos se utiliza el termino bonding, el cual cumple ambos mecanismos adhesivos, y es usado con mayor frecuencia que el termino adhesión.

Un ejemplo de unión micromecánica es cuando se realiza la técnica del grabado en el esmalte y el adhesivo penetra en los poros que el ácido ortofosfórico realizó.

El objetivo de la odontología adhesiva, es una adhesión combinada fisicoquímica, que conduzca a una unión entre la sustancia dentaria y el adhesivo a través de los siguientes mecanismos:

- Atracción electrostática entre moléculas polarizadas (dipolos)
- Enlaces de puentes de hidrógeno
- Enlaces químicos verdaderos (enlace covalente o iónico)

Los enlaces de puentes de hidrogeno son muy inestables en un medio acuoso, por ello el objetivo es conseguir enlaces covalentes o iónicos, considerablemente más estables. (Schmidseder, Atlas de odontología estetica , 1999, pág. 103).

Para una adhesión odontológica, la retención micromecánica basada en la formación de una capa hibrida y el tag de resina, se hace posible mediante la unión química a los minerales de la dentina ya que los ácidos carboxílicos presentes en el bonding pueden adherirse a los iones de calcio de la hidroxiapatita a través de una unión fónica, resultando en la formación de sales de calcio lo que mejora la adhesión a la dentina.



Imagen 31. Adhesión dental
Fuente. *Spear education* (recuperado integro Fleming, 2012)

Como se menciona, existen dos tipos de adhesión: la mecánica y química. La mecánica se refiere a la unión por medios físicos de retención, haciendo una traba entre las dos superficies, un ejemplo de esta adhesión es la que se obtiene dando inclinación a las paredes de la preparación o realizando surcos en los ángulos de la preparación o dando más profundidad. La adhesión química o específica es la que se da por contacto de dos superficies, en ámbito de la odontología para lograr una buena adhesión entre el material de restauración y órgano dentario, existen algunos elementos que intervienen, los cuales hará que la práctica clínica llegue a un éxito o un fracaso del tratamiento.

1: La humedad residual: este aspecto es importante en el momento de colocar el sistema adhesivo en la dentina recién grabada, ya que cuando no hay humedad en la preparación dental las fibras de colágeno colapsan lo cual hace la que la infiltración del adhesivo sea superficial y como resultado una adhesión disminuida, de esta forma se entiende que al realizar este procedimiento se deberá evitar secar excesivamente con aire, de igual forma el exceso de agua también interfiere en el éxito de la adhesión pues el agua al ocupar espacio el adhesivo no penetrara de forma adecuada.

2: Características del sustrato dentinario: la dentina superficial tiene menor cantidad de túbulos dentinarios y menor diámetro en relación con las capas profundas, esta característica hace que la adhesión sea mejor en las capas superficiales del tejido dentinario. De esta forma también existen sustratos inadecuados para la adhesión,

como lo es la dentina cariada y esclerótica. La dentina cariada contiene gran cantidad de agua y las fibras de colágeno que se encuentran destruidas, y en la dentina esclerótica se presenta la obliteración de los túbulos dentinarios, existiendo una capa de dentina hipermineralizada, que es resistente a la acción de ácidos y así mismo evita el grabado dental.

3: Contaminación durante el proceso de adhesión: se recomienda realizar el procedimiento adhesivo con la colocación de un aislamiento absoluto, de esta forma se asegura un buen control de humedad y evitar la infiltración de saliva la cual contiene bacterias. Existe también requisitos del sustrato y el adhesivo para lograr una adhesión, en los cuales para que exista un contacto íntimo se necesita que ambas partes tengan humectación, el adhesivo debe humedecer al tejido cubriéndolo totalmente, pero sin dejar burbujas de aire entre ellos.

La viscosidad es la consistencia que tiene el adhesivo es decir su capacidad para fluir y que se distribuya en el sustrato. La rugosidad superficial amplía el potencial para la adhesión ya que hay mayor número de sitios para retener el adhesivo.

Algunos antecedentes odontológicos que se tienen antes del uso de adhesivos dentales, se sitúan en las culturas incas y mayas en donde se realizaban incrustaciones de piedras preciosas en incisivos tanto inferiores como superiores y se colocaban sobre dientes vivos, a los cuales se perforaban mediante el uso de un taladro en el esmalte, otra forma de sujetar los dientes perdidos los etruscos los unían a los dientes naturales mediante tiras de oro.

Marco polo cuenta, como los hombres y mujeres chinos cubrían los dientes con trozos de oro que estaban perfectamente ajustados. Ya en el siglo XVIII Pierre Fauchard describe el relleno de los dientes con plomo y zinc.



Imagen 32. Pierre Fauchard
Fuente. *Gador* (recuperado integro Gador, 1950)

A finales del siglo XVIII, Black anuncia la fórmula de la amalgama y en 1879 aparece el cemento precursor del fosfato de zinc. A principios del siglo XIX se empieza a sellar los dientes con cemento de fosfato de zinc, el cual se reponía porque no se adhiere al diente por mucho tiempo, a finales de este siglo la odontología restauradora iba cada vez más en desarrollo, pero no se podía conseguir realizando una interacción entre el material restaurador y la estructura dental, a partir de ahí fue cuando se comenzó hablar de la “era adhesiva”. En ese momento para que la adhesión al diente se produjera se necesitaba tener bien cimentado los conocimientos de la estructura tanto del esmalte como de la dentina, porque lo único que se sabía era que la dentina tenía un comportamiento diferente al esmalte, como característica principal es que es más hidrofílica y compuesta por un 70% de hidroxiapatita, un 18% de colágeno y un 12% de agua, y el esmalte es menos hidrofílico y su constitución es de un 95% de materia inorgánico.

Hasta en la década de los 50 tiene lugar la aparición de la odontología adhesiva, incursionando en 1951, cuando Hagger desarrollo uno de los primeros adhesivos. Era un ácido glicerofosforico-dimetacrilato, el producto se denomina Sevriton, pero en un medio húmedo, la unión no tenía una duración muy estable y se descomponía.

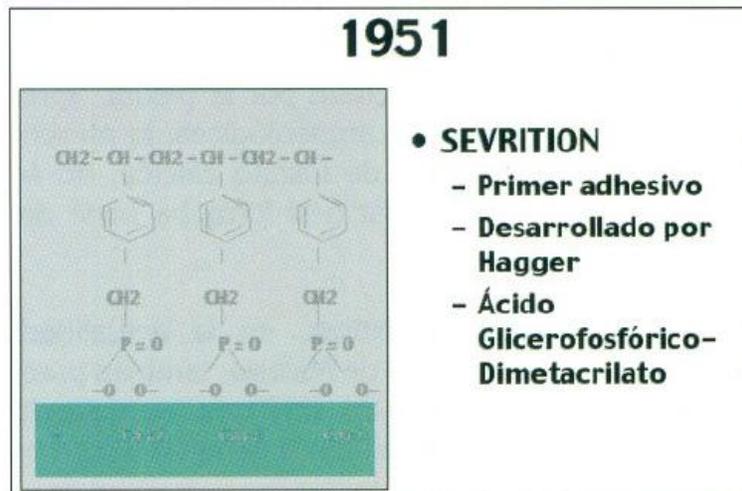


Imagen 33. Sevrition

Fuente. *Scielo* (recuperado integro facultad de odontologia, 2003)

En 1965, Bowen propuso el primer adhesivo dentario, era un N-fenil-glicina-glicidil-metacrilato el cual se unía al diente mediante la copolimerización, esta era una molécula bifuncional, es decir que un extremo se podrá unir al tejido dental y la otra con la resina, adhesivo de primera generación.

Después el cervident de S.S White fue el primer adhesivo dentario comercial, pero ya en uso clínico más del 50% de las restauraciones se desprendían en 6 meses. Para 1970 salió al mercado el primer Clearfil Bond system que contenía un monome-hidrófobo-fenil-p-metacrililoiloxietil-fenil-hidrogenofosfatol, el cual actuaba como un metacrilato hidrosoluble y representaba un sistema de dos componentes.

Los valores de adhesión a la dentina permanecieron durante mucho tiempo por debajo de 3 mpa. Solo después de que Fusayama introdujera el sistema del ácido grabador de la dentina (técnica de grabado total) aumentaron los valores de adhesión. El sistema fue el primero que consiguió valores de adhesión satisfactorios a dentina y esmalte (Schmidseder, Atlas de la odontologia estetica, 1999, pág. 108)

En 1983 sale al mercado Scotchbond que es muy parecido a Clearfile, el cual en lugar del fenil-p contiene un éster fosfato de BISGMA, este también es un sistema bicomponente de resina. Esta resina se compone de un 57% del éster biclorofosfato del BisGMA. El fluido contiene etanol a 95% y otros acelerantes como son

canforoquinona, y sulfato de benzeno sódico. Aunque Fusayama ya había aportado las pruebas de que la técnica de grabado total no dañaba la pulpa, aun se pensaba que no se debía grabar, sin embargo el 30% de las obturaciones cervicales sin grabado del esmalte y el 10% de las que se habían grabado en esmalte demostraba pérdida de adhesión al cabo de un año, las causas de fracaso estaban en la disolución del enlace fosfato o en el desprendimiento de la capa de barrillo, en las cuales se esperaba crear una unión química a la resina mediante la proporción de calcio, que contenía el barrillo dentinario y con ayuda de los grupos fosfato del adhesivo.

Bowen y Cobb 1965 siguieron otro camino. No trabajaron con grupos fosfato, sino que introdujeron los sistemas de oxalato. El oxalato férrico inicial fue cambiando por un oxalato de aluminio a causa de las tinciones dentarias. El primer producto comercial Tenure (Den-Mat) se introdujo en 1982 (Schmidseder, Atlas de la odontología estética, 1999, pág. 109)

El sistema era un complejo y requería de 8 pasos, después esta técnica se simplifica mediante el uso de NPGGMA, un aminoácido activo en superficie.

Después con el tiempo fueron apareciendo generaciones de adhesivos dentales, de igual forma también fue mejorando las técnicas de adhesión.

Adhesivos de tercera y cuarta generación:

Se investigaron clínicamente los adhesivos de 1ra generación, cuando se introdujeron los adhesivos de 3ra generación al mercado.

En la tercera generación a finales de la década de los 70, el grabado ácido parcial de la dentina, se introduce para modificar parcialmente el smear layer, incrementando la permeabilidad dentinal. La utilización de dos componentes como son: el imprimador (primer) con moléculas de monómeros bifuncionales, con un extremo hidrofílico y otro extremo hidrófobo (extremo carboxilo), que tienen la capacidad de transportar una molécula hidrófoba como son los monómeros adhesivos a un tejido con humedad relativa como la dentina, la cual tiene la capacidad de unirse por su extremo hidroxilo a los monómeros hidrófobos del adhesivo por su extremo carboxilo, permitiendo un incremento significativo de la

fuerza de adhesión a la dentina, entre 8 y 15 MPa, lo que eliminó la necesidad de preparaciones cavitarias retentivas para las restauraciones adhesivas, disminuyendo de igual manera la sensibilidad posoperatoria. (Aguilar L., Barriga, & Chumi Terán, 2015)

Los siguientes adhesivos pertenecen a la tercera generación.

- Tenure (Den-Mat): un acondicionador con un 3.5% de oxalato de aluminio, un 2.5% de ácido nítrico y un 94% de agua el cual elimina el lodo dentinario



Imagen 34. Tenure

Fuente. *Exclusivas dentales* (recuperado integro exclusivas dentales s.a de c.v, 2016)

- Mirage Bond y Restobond formulados de igual forma por Bowen tras eliminar la capa de lodo dentinario con un acondicionador el cual tiene 2.5% de ácido nítrico y un 93.5% de agua y una resina hidrófila infiltra la superficie.



Imagen 35. Mirage Bond

Fuente. *Dentalzon* (recuperado integro dentalzon, 2017)

- Gluma este fue un producto desarrollado por Munks y Asmussen “el esmalte se graba con ácido fosfórico al 37%. La dentina se acondiciona con EDTA al 17% y se elimina la capa de barrillo dentinario. El imprimador usado a continuación contiene glutaraldehído al 5%, que reacciona con la dentina. Después el imprimador se aplica una resina sin relleno y se polimeriza” (Schmidseder, Atlas de la odontología estetica, 1999)



Imagen 36. Gluma Bond

Fuente. *Kulzer* (recuperado integro gluma bond universal, 2018)

El producto Gluma fue el primer adhesivo con un alto éxito. El Gluma 2000 no contenía glutaraldehído. Después apareció en el mercado otro tipo de bonding llamado Scotchbond el cual no empleaba ningún acondicionador solo el imprimador, era suficiente el cual tenía un contenido de 2.5% maleico, 55% de HEMA y 40% de agua.

El scotchbond 2 fue el primer bonding que consiguió la aceptación provisional de la American Dental Association (ADA).

Existe también otro bonding llamado XR Bond el cual emplea un imprimador que contiene fosfato y se infiltra en la capa del barrillo dentinario, de esta forma crea una capa infiltrada por resina, a la que se la une el bonding. En todos estos tipos de adhesivo se graba la dentina con un ácido y se elimina la capa de barrillo dentinario.

En la tercer y cuarta generación de los adhesivos dentinarios se encuentra Clearfil New Bond y Clearfil Photo Bond. Aunque se introdujeron en 1984 y 1989 aún son actuales. Clearfil New Bond es un adhesivo de polimerización dual. Se graban igualmente esmalte y dentina con ácido fosfórico al 37%. Con una resina hidrofílica, que contiene acondicionador y adhesivo, se crea una capa híbrida. (Schmidseder, Atlas de la odontología estetica, 1999, pág. 110)



Imagen 37. Adhesivo de tercera generación
Fuente. *Kuraray dental* (recuperado integro Noritake, 2018)

En la actualidad todavía existen adhesivos que consta de 3 componentes o pasos clínicos; el acondicionador, el imprimador y adhesivo.

Como información textual se definen los 3 componentes.

Acondicionador: ácidos, los cuales eliminan o disuelven el lodo dentinario, desmineraliza la dentina y esmalte para dejar expuestas los túbulos dentinarios

Imprimador: resina hidrofílica, que se introduce en los túbulos dentinarios y forman una capa híbrida, se une al bonding y una resina

Adhesivo: es una resina de baja viscosidad (dimetacrilato) el cual se une al imprimador, después se polimeriza el adhesivo y se crea una capa híbrida.

Aparición de adhesivos de cuarta generación.

Hacia 1980, con la cuarta generación de los sistemas adhesivos, se introdujo la técnica de grabado total, que permite remover completamente el smear layer, grabando simultáneamente esmalte y dentina con la utilización de ácido fosfórico; sin embargo, la principal preocupación era evitar el colapso de la red de fibras colágenas expuestas en la capa de dentina desmineralizada y favorecer la formación de las interdigitaciones de resina (resintags) y ramificaciones laterales (lateral branches) en los túbulos dentinales, lo que conforma la denominada capa híbrida, descrita por Nakabayashi en 1982, quien la define como la zona de inter difusión dentina-resina, formada por la infiltración de monómeros del imprimador y el adhesivo en la red de fibras colágenas expuestas por la acción del acondicionador ácido sobre la dentina peri intertubular, estos componentes pueden ser utilizados por separado o mezclados al momento de la aplicación, lo que podría aumentar la sensibilidad de la técnica. Algunas de las ventajas incorporadas con el grabado total mediante ácido fosfórico fueron: incrementar el área de contacto superficial y aumentar la energía superficial. (Aguilar L., Barriga, & Chumi Terán, 2015)

En 1982 Nakabayashi como se mencionó anteriormente describió que la adhesión podía mejorarse empleando tri-N-butil-borano (MMA-TBB) decía que los monómeros deben difundirse por la dentina antes de la polimerización, el grabado de la dentina con ácido cítrico al 10% y cloruro férrico al 3%, el ácido eliminaba la capa de barrillo

dentinario y el cloruro produce una coagulación de los haces del colágeno expuestos, así mismo el monómero hidrofílico puede infiltrarse en la dentina e incorporarse en los haces del colágeno.

All-Bond 2 de Bisco fue el líder del mercado durante varios años. Este sistema emplea el ácido fosfórico al 35% para acondicionar.



Imagen 38. Adhesivo de cuarta generación
Fuente. Bisco (recuperado integro Bisco, 2018)

Otro ejemplo de adhesivo de cuarta generación fue el Scotchbond Multi-Purpose, éste en lugar de ácido fosfórico se graba con ácido maleico al 10% pero el ácido maleico no era tan eficiente así que se volvió a utilizar el ácido fosfórico al 35%.

Adhesivos dentinarios de quinta generación.

En esta generación se quería disminuir la aplicación de componentes y aunque varios adhesivos aparentan ser un único método, todos los productos tienen al menos 2 componentes y dos pasos clínicos.

El acondicionador y el imprimador pueden combinarse entre sí, se llaman imprimadores de autograbado o autoacondicionantes. El producto más conocido es Prime & Bond. La cantidad de pasos requeridos no es menos que en los sistemas de 3 componentes.



Imagen 39. Adhesivos de quinta generación
Fuente. *Revista latinoamericana* (recuperado integro Aguilar L., Barriga, & Chumi Terán, 2015)

Estos materiales se adhieren bien al esmalte, la dentina, a la cerámica y a los metales, pero lo más importante es que se caracterizan por tener los componentes en un solo frasco (primer bonding), aunque casi siempre precisan el acondicionamiento previo del esmalte y de la dentina. La fuerza de retención a la dentina está en el rango de 20 a 25 Mpa, adecuada para todos los procedimientos dentales (excepto en conjunción con cementos de resina auto curable y de resinas compuestas auto-curables) (Aguilar L., Barriga, & Chumi Terán, 2015)

Adhesivos dentinarios de sexta generación

En esta generación de adhesivos dentales ya no es necesaria la técnica de grabado dental antes de la aplicación del bonding, el cual viene en presentación de un solo frasco y es recomendada para tratamientos donde se pretende reducir la sensibilidad dental post-operatoria.

Si bien esta generación no está aceptada universalmente, hay un número de adhesivos dentales presentados en el año 2000 en adelante, que están diseñados

específicamente para eliminar el paso del grabado. Estos productos tienen un acondicionador de la dentina entre sus componentes; el tratamiento ácido de la dentina se auto limita y los productos del proceso se incorporan permanentemente a la interface restauración-diente. (Aguilar L., Barriga, & Chumi Terán, 2015)



Imagen 40. Adhesivo de sexta generación
Fuente. *Revista latinoamericana* (recuperado integro Aguilar L., Barriga, & Chumi Terán, 2015)

La constante evolución de los sistemas adhesivos, enfocada hacia la simplificación de los procedimientos clínicos, tiempos de trabajo y sensibilidad de la técnica operatoria favoreció el desarrollo a mediados de la década de 1990, de los sistemas adhesivos de sexta generación o sistemas autograbadores, estos permitieron eliminar el paso del grabado ácido, realizando el grabado simultáneo del sustrato dentario y su acondicionamiento para recibir el adhesivo, empleando imprimadores auto-grabadores y mezclas de adhesivos con imprimadores, generando retención micromecánica en los tejidos duros, permitiendo la unión directamente sobre el smear layer que cubre la dentina. Este nuevo sistema se diferencia de los adhesivos de grabado y lavado en varios aspectos, como su pH inicial, el tipo de monómeros ácidos, el número de frascos, y pasos, la concentración de agua y solventes e hidrofiliidad de la capa de unión. Se reportan valores de resistencia de unión de aproximadamente 26 MPa, para los autograbadores de dos pasos. Los adhesivos autograbadores están compuestos de mezclas acuosas de

monómeros funcionales acídicos hidrofílicos, generalmente ésteres del ácido fosfórico, con un pH de 1,5 a 2,5, un poco más alto que los geles del ácido fosfórico. (Aguilar L., Barriga, & Chumi Terán, 2015)

3.2 Clasificación de adhesivos

Sistemas adhesivos “Son sustancias fluidas que sirven para adherir en forma físico-química el material restaurador a los tejidos mineralizados del diente: esmalte, dentina y cemento” (Guillen Vivas, 2015, pág. 141)

Para los sistemas adhesivos existen diferentes clasificaciones que son las siguientes:

Según el tratamiento de la superficie adhesiva:

- Convencionales. Se utilizan previo a la aplicación del adhesivo, el ácido fosfórico al 37% sobre el esmalte durante 15 segundos, después de lavar, se elimina el lodo dentinario y se hace la desmineralización de la dentina. El sustrato ya preparado es penetrado por el sistema adhesivo el cual llega a las fibras de colágeno y se forma una capa híbrida.
- Autoacondicionantes. Son los que no requieren el ácido fosfórico ya que los dos componentes se encuentran en un mismo envase.

Según su forma de polimerización:

Para los sistemas de fotocurado, su activación se da por la generación de radicales libres de la activación de un fotoiniciador (como la canforoquinona), seguido por la reducción del fotoiniciador activado por una amina alifática, la cual permite la liberación de los radicales libres. Por lo tanto, la resistencia de unión de los cementos de resina a dentina está influida por la incompatibilidad entre los modos de polimerización del cemento y el sistema adhesivo, y se cree que la incompatibilidad de los sistemas adhesivos simplificados autograbadores y las resinas de curado dual está relacionada con la acidez de este sistema. La incompleta remoción de agua o

solventes del adhesivo también pueden retardar la polimerización de los compuestos de autocurado. (Aguilar L., Barriga, & Chumi Terán, 2015)

- Fotopolimerizables. Son aquellos que polimerizan en presencia de una longitud de onda
- Polimerización química. Se presentan en dos frascos y la polimerización se da cuando se mezclan ambos componentes
- Duales. Son polimerizados por activación química y física al mismo tiempo.



Imagen 41. Fotocurado en el protocolo de adhesión
Fuente. *Boletín científico* (recuperado integro Calvo R., 2010)

Según su afinidad con el agua:

- Hidrófilos. Por la composición húmeda de la dentina es necesario que los adhesivos sean compatibles con esta humedad
- Hidrófobo. La ventaja es la unión a la superficie acondicionada, ya que es de más duración, pero su uso solo se restringe al esmalte es por eso que solo se utiliza en selladores de fosetas y fisuras o cementación de brackets.

Según el tipo de solvente:

- Agua. Son más efectivos cuando se aplica en la dentina desmineralizada con menor humedad
- Acetonas. Son efectivos en sustratos húmedos ya que sus moléculas se unen a las del agua residuales y se evaporan juntas

- Alcohol. Es igual que la acetona su aplicación es más eficaz en sustrato húmedo

Según el número de paso: los sistemas pueden aplicarse en el sustrato de 1, 2 o 3 pasos, con el tiempo se ha tratado de reducir los pasos, para hacer más simple la práctica en la consulta dental.

- Sistema adhesivo a 3 pasos. La colocación del ácido grabador, después el bonding (porción hidrófila) y después adhesivo (porción hidrofuga) colocándolos por separado
- Sistema de 2 pasos. Colocación del ácido fosfórico y el bonding con el adhesivo
- Sistema adhesivo autoacondicionantes a 1 paso. Incluye los pasos de aplicación del agente ácido, concomitante a la aplicación del bonding y adhesivo en una fase.

3.3 Técnicas y mecanismo de aplicación del sistema adhesivo

En la actualidad existen sistemas adhesivos los cuales actúan como primer o imprimador y adhesivo, los cuales se aplican en la superficie dentinaria separados o en conjunto. También existen adhesivos autoacondicionantes en cual están compuestas por ácidos de baja concentración, los cuales se encargan de disolver el barro dentinario.

Otros sistemas ocupan la técnica de grabado y acondicionamiento a la par, con la colocación del sistema adhesivo en la superficie dentinaria.

El primer es un acondicionador de la dentina cuando se coloca el adhesivo, cuando se realiza la técnica de grabado, el primer al colocarlo posee una parte hidrófila que actúa directamente en la dentina húmeda, provocando la evaporación del exceso de agua y también estabilizando las fibras de colágeno, la cual deja una superficie hidrófoba la cual se unirá al sistema adhesivo.



Imagen 42. Técnica de adhesivo dental
Fuente. *Slideshare* (recuperado integro salud y medicina, 2014)

Los primer's actúan de 20 a 30 seg sobre la dentina, esta sustancia se encuentra disuelta en agua, alcohol o acetona dependiendo del fabricante, estos 3 solventes tienen sus ventajas y desventajas, la acetona al ser volátil se une rápido al agua que tiene en exceso la dentina y esta al evaporarse tiende a desplazar el agua, dejando una superficie en buenas condiciones para la adhesión, como desventaja es su conservación ya que al destapar el envase este se volatiliza y pierde su fluidez, el alcohol actúa de la misma forma que la acetona, y el agua al mantener la humedad evita el colapso de las fibras de colágeno.

Técnica autoacondicionante

Los sistemas autoacondicionantes no utilizan el ácido fosfórico sino monómeros fosfatados que tienen el primer y cumplen la función de desmineralizar la dentina, la cual atraviesa el barro dentinario y se infiltra en ella.

El resultado es obtener una capa híbrida la cual podrá ser de mayor o menor espesor de la capa de barro dentinario, sin embargo, el que la capa híbrida sea gruesa o fina no está relacionado con que la adhesión sea mayor o menos.

El hipoclorito de sodio es un promotor de adhesión, este en un porcentaje de 5.00 a 5.25%, actúa sobre el esmalte mediante el mecanismo de óxido-reducción, la cual produce micro rugosidades y también actúa como agente bactericida y bacteriostático.

Este se frota durante 45 segundos sobre la superficie y su aplicación puede realizarse después del grabado con ácido fosfórico.



Imagen 43. Efectos del ácido grabador en el esmalte
Fuente. *SlideShare* (recuperado integro Lopez, 2014)

Técnica convencional

Es importante saber que para una buena técnica adhesiva es necesario el aislamiento absoluto, ya que será la mejor forma de lograr un íntimo contacto de los substratos a unir e impedir que sustancias contaminantes como saliva y/o sangre interfieran.

Se realiza, la micro retención con ácido grabador del 30 al 37% por 15 segundos, después de ese lapso de tiempo se lava con abundante agua y se seca la preparación, el esmalte se observará poroso, opaco y con una coloración blanco tiza, si el lavado es mínimo provocara una adhesión escasa.

Posterior al secado, el tiempo dependerá del tipo de adhesivo que se utilice y si es de tipo hidrófobo se realiza un secado total y si es hidrófilo será secado parcial, el aire que se utilice deberá ser limpio, sin restos de agua o aceite.

Se realiza la aplicación del adhesivo de baja tensión superficial, que humectará e imprimirá el interior de los microporos con alta energía superficial, formando microtags de la superficie adamantina tratada y el sistema adhesivo, en su interior se llama capa

hibrida o de impregnación a este fenómeno se le conoce como hibridación adamantina.



Imagen 44. Aplicación del adhesivo en el órgano dentario
Fuente. *Opalini* (recuperado integro Moraes, 2014)

3.4 Objetivos de la adhesión dental

El objetivo de la fase de adhesión es la de establecer una unión entre el sustrato dental y el material restaurador y el propio agente cementante lo que da como resultado un excelente sellado entre ellas y el éxito de un tratamiento restaurador.

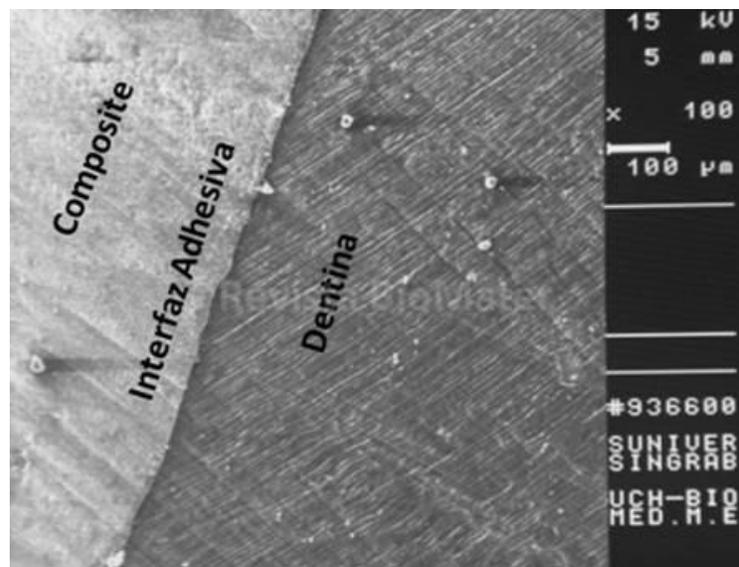


Imagen 45. Objetivos de la adhesión dental
Fuente. *Emaze* (recuperado integro Delgado Rodriguez)

El agente cementante de las restauraciones cerámicas varía en función del tipo de material cerámico en la que fueron confeccionadas, la preferencia de un material para estas restauraciones son las feldespáticas que son ácido sensibles y tienen una mayor retención para ser cementadas adhesivamente ya que son tratadas tanto el órgano dentario como la restauración, de igual forma existen las cerámicas con base alúmina y zirconio los cuales pueden recibir adhesión al diente mediante un agente cementante, como lo es el fosfato de zinc o el ionómero de vidrio recordando que los beneficios de la adhesión se restringirá solo a la superficie dental, la superficie interna de la restauración no se beneficiara del cementado adhesivo debido a la imposibilidad del acondicionamiento ácido en estos materiales.

El cementado adhesivo de restauraciones cerámicas paso a convertirse en una realidad clínica previsible a partir de mediados de la década de 1980 cuando los trabajos de Simonsen y Calamia (1983) introdujeron el acondicionamiento ácido de la cerámica y, posteriormente el proceso de silanización. (Alvarenga de Oliveira A. , 2014, pág. 421)

El tratar la superficie interna de la restauración cerámica con un ácido el (hidro) fluorhídrico y continuar con el agente silanizador crea las condiciones óptimas en la estructura cerámica para la penetración micromecánica del cemento el cual favorece el uso de cemento resinoso, el establecimiento de la adhesión sobre la estructura dental, se dio a partir del descubrimiento de la capa híbrida por Nakabayashi (1982). El papel del ácido fluorhídrico es atacar la matriz vítrea que rodea la fase cristalina de las cerámicas feldespáticas con alto contenido de sílice, en que el ácido promueve una disolución parcial de este formando micro cráteres y orificios, los cuales proporcionan retenciones micrométricas los cuales serán llenados por el cemento resinoso.

Las siguientes imágenes son de microscopio electrónico de barrido en el cual se observa el comportamiento y reacción del adhesivo con esmalte acondicionado y no acondicionado.

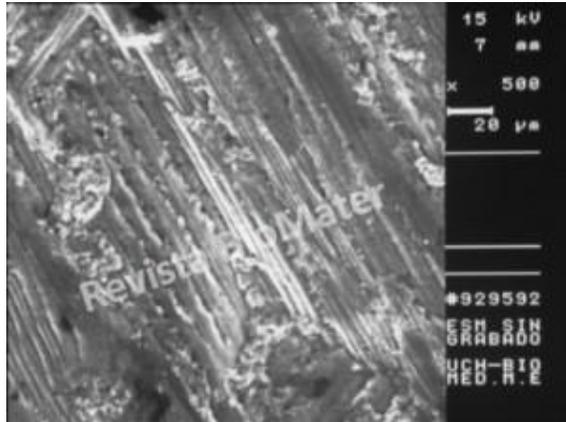


Imagen 46. Microestructura del adhesivo colocado sobre el esmalte sin acondicionar con una magnificación de 500X.

Fuente. *Biomater* (recuperado integro Terrazas Soto, 2015)

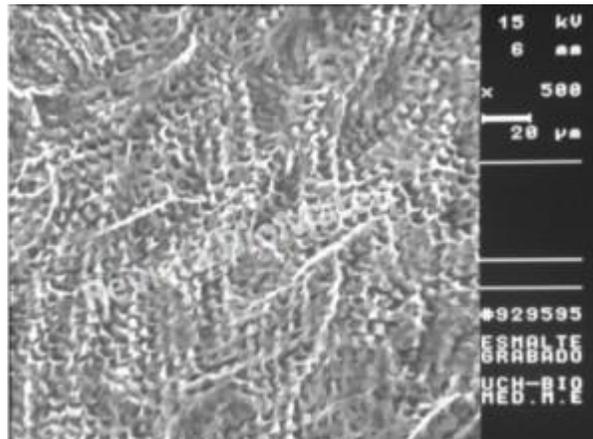


Imagen 47. Microestructura del adhesivo colocado sobre el esmalte acondicionado con ácido fosfórico, a una magnificación de 500X.

Fuente. *Biomater* (recuperado integro Terrazas Soto, 2015)

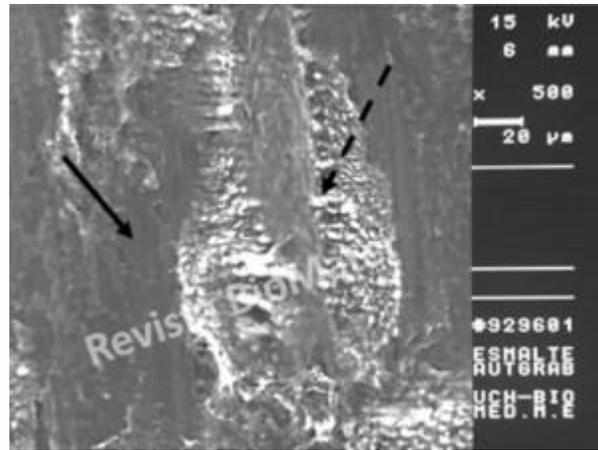


Imagen 48. Microestructura del adhesivo colocado sobre el esmalte acondicionado con técnica autograbante, a una magnificación de 500X.
Fuente. *Biomater* (recuperado integro Terrazas Soto, 2015)

CAPITULO IV

GRABADO DENTAL

4.1 Componentes del esmalte y dentina dental

Conocer los substratos dentarios sea en su forma fisiológica o patológica es fundamental para la selección de un sistema adhesivo y así mismo un buen plan de tratamiento. La comprensión de las características en las estructuras del esmalte y dentina permite seleccionar metodologías apropiadas para una restauración adhesiva, un ejemplo es seleccionar técnicas de grabado total parcial o autograbado.

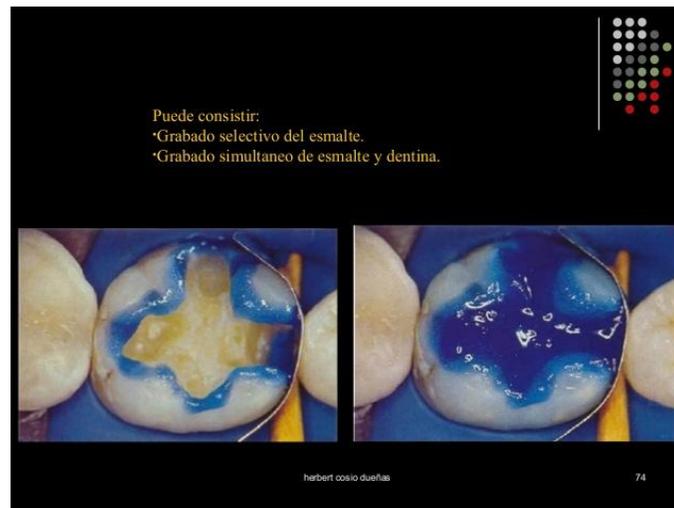


Imagen 49. Técnica de grabado parcial y total
Fuente. *SlideShare* (recuperado integro Cosio Dueñas , 2017)

El esmalte y la dentina son tejidos de derivación embriológica diferente, constitución química y micromorfológica desiguales, diferentes características funcionales y mecánicas. Conocer el módulo de elasticidad de la dentina, la dureza del esmalte, la distribución de los túbulos dentinarios o la orientación de los prismas de esmalte es una condición esencial para alcanzar el éxito adhesivo. (Re, Cerutti, Mangani, & Putignano, 2009, pág. 95)

El esmalte es la sustancia más dura en el organismo humano está compuesta por una fase orgánica y una inorgánica. La fase mineral que representa 95 al 96% de su peso está formada por sales de fosfato de calcio los cuales forman cristales hexagonales de hidroxiapatita, los cuales ordenados y bien orientados forman estructura de bastones llamados (prismas del esmalte) estos prismas están separados

uno del otro por una película orgánica y por esmalte interprismático, la matriz proteica/orgánica solo representa el 1% y el 3% está dado por agua. El cuerpo de los prismas es sensible al ácido de ahí el origen de la caries dental que ocasiona la destrucción de este tejido. El esmalte es un tejido dinámico el cual permite el paso selectivo de agua o iones a través de este, otra característica del esmalte es que cuando existe destrucción no tiene la capacidad de regenerarse, solo se puede remineralizar. Los prismas del esmalte o adamantinos están formados por dos partes, la cabeza y cola, sus estructuras se encuentran bien engranadas una con otra, de esta forma la cabeza le da resistencia al esmalte cuando se realizan fuerzas de masticación o de oclusión, y la cola tiene la propiedad de disipar las fuerzas. Se disponen en trayecto ondulado y al corte se observa una apariencia de raqueta de tenis y en la zona amelodentinaria se entrecruzan lo que le brinda mayor resistencia.

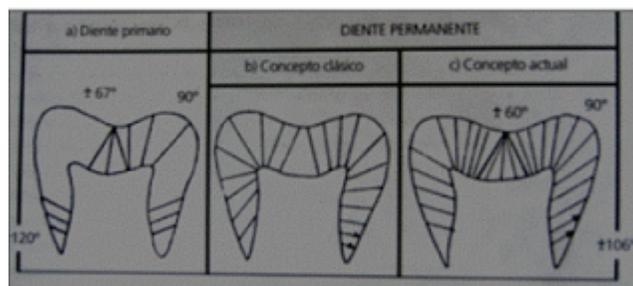


Imagen 50. Unidad estructural del esmalte (prismas)
 Fuente. *Embriología bucodental* (recuperado integro C., 2012)

La comprensión de la conducta mecánica posee amplias implicaciones para los procedimientos adhesivos.

En una cavidad o preparación, localizar las estructuras residuales del esmalte examinando las características o confrontándolas con la técnica adhesiva seleccionada, resulta fundamental, factores como el bisel, el estrés por contracción generados durante la polimerización de las resinas el acabado y pulido de los

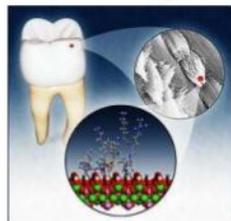
márgenes deben ser tomados en cuenta. (Re, Cerutti, Mangani, & Putignano, 2009, pág. 95)

Esto con el fin de prevenir grietas y así mismo evitar el fracaso de un tratamiento restaurativo. La dureza del esmalte esta atribuida a su alto contenido mineral, y la fragilidad del elevado módulo de elasticidad y la baja resistencia a la tracción.

Composición Química

- El esmalte está constituido químicamente por una matriz orgánica (1%), una matriz inorgánica (96%) y agua (3%).

Matriz Orgánica



Agua



Matriz Inorgánica

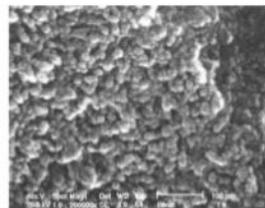


Imagen 51. Composición del esmalte dental
Fuente. *SlideShare* (recuperado integro Guédez, 2013)

Dentina

De igual forma tener conocimiento de este substrato es fundamental para poder reconocer la diferencia entre una dentina sana superficial, esclerótica o dentina afectada por caries para poder saber que adhesivo utilizar.

La dentina es un tejido diferente al esmalte, con origen ectomesenquimatoso, es un complejo biológico que está compuesto por 70% de material inorgánico, 18% de matriz orgánica y 12% de agua. Estructuralmente es formado por conductos llamados túbulos dentinarios que llegan de la pulpa a la unión amelodentinaria, la cual se ramifica en finas terminaciones lo que explica la sensibilidad a este nivel, en su interior existe fibrillas de Thomas que son prolongaciones de los odontoblastos, células que se encuentran en la capa superficial de la pulpa, y fluido dentinario el cual se pone en

movimiento como respuesta a estímulos. Los túbulos no tienen el mismo diámetro en toda su extensión, sino que depende de su ubicación y la edad del paciente ya que tiene mayor diámetro cerca de la pulpa.

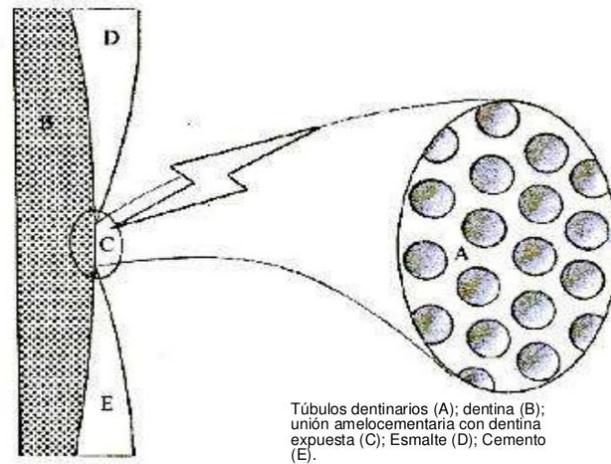


Imagen 52. Túbulos dentinarios

Fuente. *SlideShare* (recuperado integro Alicia, 2014)

Este tejido vital comprende estructuras variables en condiciones fisiológicas o patológicas y dependiendo de estas condiciones es como se clasifica la dentina.

Clasificación:

Según el grado de calcificación existen dos tipos:

- Dentina intertubular. Se encuentra entre túbulos, la mayor parte de la dentina pertenece a este tipo y tiene composición de fibras colágenas de forma perpendicular y tienen contenido de proteínas y aminoácidos
- Dentina peritubular. Está formado por cristales de hidroxiapatita que rodea a los túbulos dentinarios, los cuales tienen un 95% de contenido mineral y casi no contiene fibras de colágeno, esta aumenta con la edad, debido a la esclerosis, la cual va disminuyendo el diámetro interno de los túbulos.

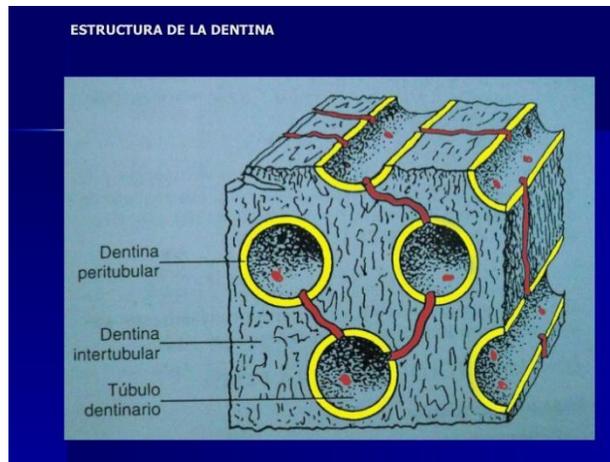


Imagen 53. Microestructura de la dentina
Fuente. *SlideShare* (recuperado integro Widel , 2011)

Según la respuesta a estímulos:

- Dentina esclerótica fisiológica. Es formada por envejecimiento del tejido, cuando la pulpa recibe agresiones, reacciona con aposición de sales cálcicas que son depositadas en el interior de los túbulos los cuales se obliteran o cierran poco a poco su luz y sirve como línea de defensa.
- Dentina esclerótica reactiva. Esta dentina es dura e hipermineralizada, se forma ante una agresión débil a la pulpa como lo es un proceso avanzado de caries, abrasión, o erosión, clínicamente se observa un aspecto vítreo, de esta forma también la dentina es traslucida la coloración va desde amarillo hasta marrón
- Dentina terciaria reparativa. Se forma en respuesta a agresiones externas y prologadas como: caries de rápido avance, fracturas, traumatismos o por calor friccional por instrumental rotatorio. Esta dentina se coloca en el techo pulpar donde hubo la agresión y se caracteriza por disminución de túbulos dentinarios de forma desordenada.

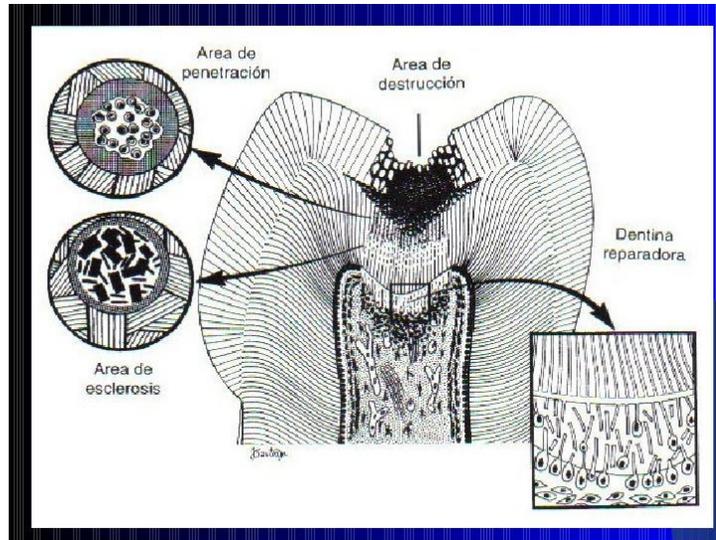


Imagen 54. Clasificación de la dentina en respuesta a estímulos
 Fuente. *SlideShare* (recuperado integro Proaño, 2012)

El proceso de formación de la dentina es lento, por debajo de la dentina profunda, existen odontoblastos los cuales son los encargados de la formación de dentina, que por un proceso carioso se destruye, pero si la pulpa es joven y vascularizada y tratada adecuadamente ocurre una respuesta favorable en la formación de dentina llamada puente dentinario, los odontoblastos destruidos se reparan a partir de células mesenquimatosas las cuales se ubican internamente en la pulpa, las cuales migran hacia el sitio que ocupaban los odontoblastos afectados, estas células cuando son activadas se transforman en fibroblastos, de igual forma la pulpa puede reaccionar de manera negativa ocasionando una necrosis.

Según su ubicación:

- Dentina superficial. Es una dentina de baja permeabilidad, debida a que tiene una menor cantidad de agua y mayor cantidad de fibras de colágeno e hidroxiapatita siendo el mejor substrato adhesivo
- Dentina intermedia. Tiene alrededor de 30.000 a 40.000 de túbulos y cuando no hay proceso odontoblastico es un buen substrato para lograr adhesión ya que contiene una cantidad intermedia de agua, colágeno e hidroxiapatita

- Dentina profunda. Esta dentina tiene alta permeabilidad húmeda, debido a que tiene mayor cantidad de agua y una menor cantidad de colágeno y es el substrato adhesivo más deficiente.

Las fibras de colágeno tienen estructura de fibrillas y a su vez en microfibrillas cuya molécula proteica principal es el tropocolágeno.

Dentina cariada. Esta dentina tiene las siguientes características clínicas:

- Una coloración amarilla o marrón
- Tiene olor característico más cuando se ocupa instrumental rotatorio en la práctica odontológica
- Tiene poca dureza en comparación a una dentina sana, la cual hace un sonido especial cuando se pasa el explorador sobre ella, llamado (grito dentinario), de esta forma existen dos tipos de dentina cariada.

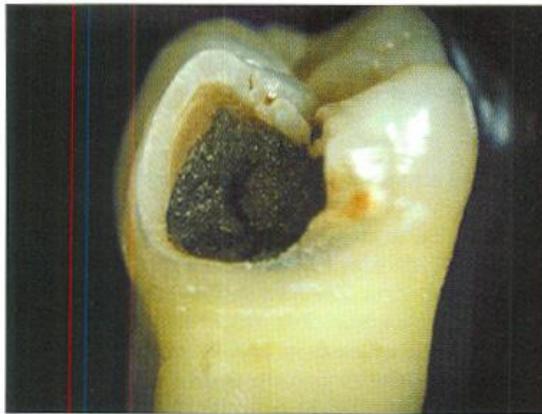


Fig. 3. Lesión cariosa muy extensa y con gran destrucción dentaria. La dentina presenta un aspecto necrótico.

Imagen 55. Características de dentina cariada
Fuente. *Scielo* (recuperado integro Ceballos Garcia , 2003)

Dentina infectada. Se encuentra descalcificada, los túbulos se encuentran desorganizados, contiene bacterias causando infección que se disemina de la dentina peritubular a la intertubular, formando áreas necróticas, no hay reparación debido a que las cadenas de tropocolágeno han perdido su estructura tridimensional.

Dentina afectada. Dentina vital pero descalcificada, su reparación es posible debido a que las cadenas de tropocolágeno no están separadas, sino que solo están modificados y son capaces de repararse mediante procesos fisiológicos.

4.2 Permeabilidad dentaria

La permeabilidad dentinaria se define como la capacidad de transportar y permitir el paso de fluidos y solutos a través del sistema de túbulos dentinarios. Este sistema se encuentra en la dentina del órgano dentario, la dentina constituye la suma total de matriz extracelular, peritubular e intertubular producida por la totalidad de odontoblastos.

La matriz dentinaria extracelular debido a su naturaleza tubular, es un tejido permeable en toda su extensión desde la unión con la cámara pulpar hasta la unión externa amelodentinaria.

Cuando hablamos sobre la permeabilidad dentinaria tenemos que saber sobre la fisiología del complejo dentino-pulpar. Las células que participan en la función de este complejo son los odontoblastos, que durante la dentinogénesis son los encargados de formar los túbulos de la dentina y su presencia en el interior hace a la dentina un tejido vital, alguna diferencia con los osteoblastos y cementoblastos que también participan en la dentinogénesis, son sus características morfológicas y las estructuras producidas por ellas. Mientras que los osteoblastos y los cementoblastos son de forma poligonal a cubica el odontoblasto que es desarrollado completamente de la pulpa es una célula cilíndrica alta.

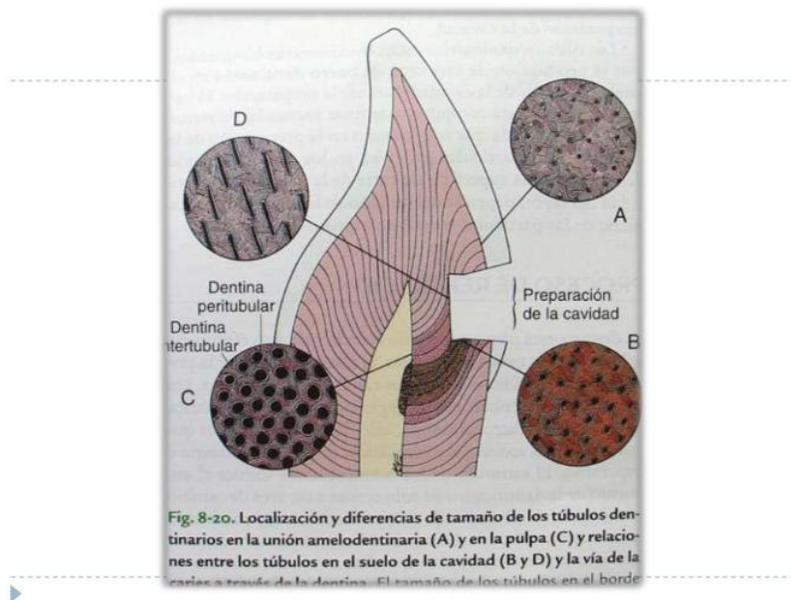


Imagen 56. Complejo dentino pulpar
Fuente. *SlideShare* (recuperado integro Suarez, 2011)

Por otro lado, los fibroblastos son células que más predominan en la pulpa dental y son encargadas de producir fibras de colágeno y son las responsables del recambio de estas células.

El esmalte tiene un origen ectodérmico y los demás tejidos dentales, es decir dentina, pulpa, cemento, hueso y ligamento periodontal se origina del mesodermo, capa germinal que da origen a los tejidos conjuntivos.

Los tejidos conjuntivos son los que le dan soporte al cuerpo y su consistencia varía desde líquido a sólido como los huesos, el tejido conjuntivo está compuesto por fibras y células que se encuentran en un medio líquido celular, este tejido también consta de fibras que son: fibras colágenas, reticulares y elásticas.

Las fibras de colágeno son las más comunes en el cuerpo humano, se agrupan en grosores de distinto tamaño cuando es de gran grosor como los tendones y si el grosor es menor los tejidos son laxos.

En la dentina, la matriz que da la mineralización está compuesta por fibrillas colágenas y glucosaminoglicanos que atraen a los minerales.

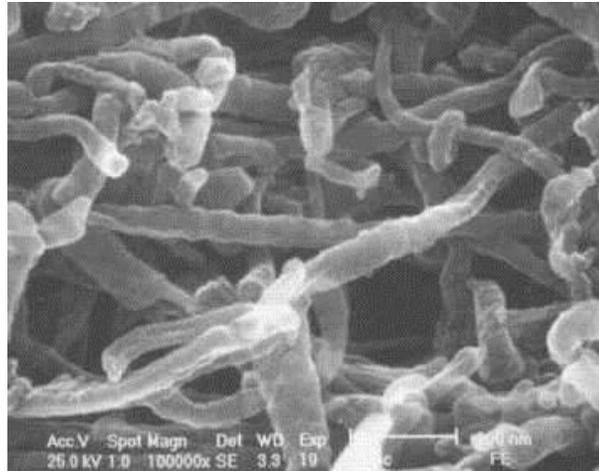


Imagen 57. Fibras de colágeno dentinario

Fuente. *Scielo Uruguay* (recuperado integro López Jordi, Amaral Schiaffino, & Bussadori Kalil, 2010)

El estrato más exterior de células de la pulpa sana es la capa de odontoblastos. Esta capa se encuentra localizada inmediatamente por debajo de la predentina. Dado que las proyecciones de los odontoblastos están ubicadas en el interior de los túbulos dentinarios, la capa de odontoblastos está compuesta predominantemente por los cuerpos o somas celulares de los odontoblastos. Además, entre los odontoblastos es posible encontrar algunos capilares sanguíneos y fibras nerviosas. (Rivas Muñoz, Notas para el estudio de endodoncia , 2008)

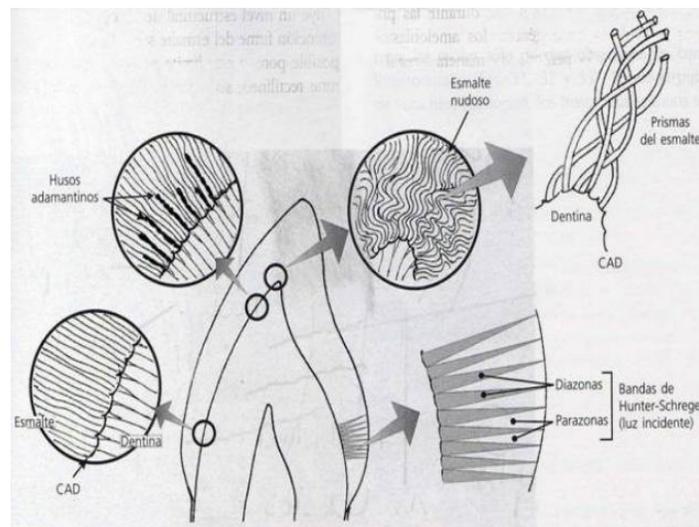


Imagen 58. Estructura del órgano dentario

Fuente. *SlideShare* (recuperado integro González Andrado, 2016)

Cuando existe una pulpa joven, los odontoblastos en la porción coronaria tienen una forma cilíndrica alta, en la zona media de la pulpa radicular son más cúbicas y ya cerca del foramen apical tienen un aspecto de una capa celular aplanada.

Entre odontoblastos existen uniones celulares especializadas que consisten en placas de fijación que unen a los odontoblastos para formar una banda cerca de la pre dentina.

Debajo de la capa de odontoblastos al tejido pulpar también se rige por zonas como son:

- Zona basal de Weil o zona pobre de células.

Debajo de la capa de odontoblastos se observa una zona estrecha libre de células esta zona es atravesada por capilares sanguíneos y fibras nerviosas, la ausencia o presencia de esta zona depende el estado vital de la pulpa. Esta zona puede no estar presente en pulpas jóvenes que forman la dentina rápidamente o en pulpas ya de mayor edad en las cuales produjeron dentina de reparación.

- Zona rica en células.

Una zona subodontoblastica hay un estrato que contiene un porcentaje alto de fibroblastos y es más notable en la pulpa coronaria que en la radicular, además de fibroblastos en esta zona existen células como macrófagos, linfocitos o células plasmáticas en cantidad variable.

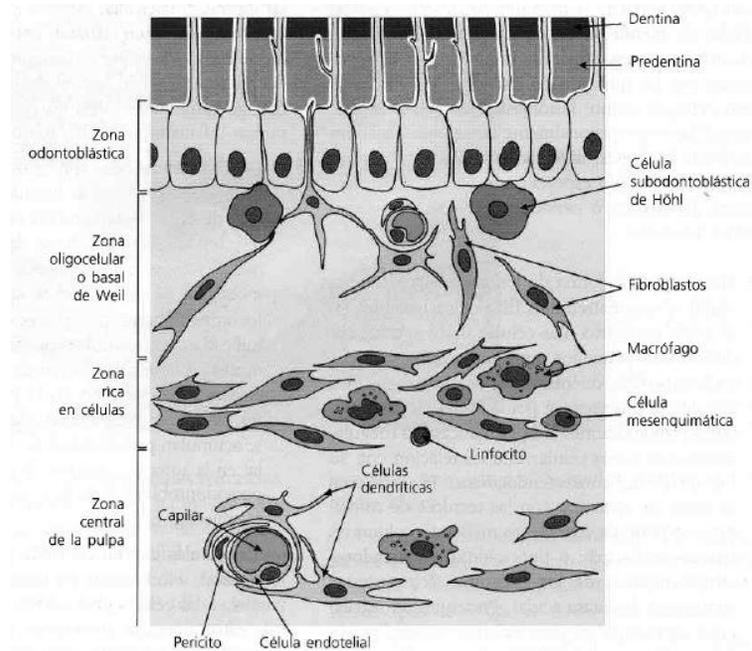


Imagen 59. Células presentes en tejido pulpar

Fuente. *Fes Iztacala* (recuperado integro Rivas Muñoz, notas para el estudio de endodoncia, 2008)

- Tejido pulpar como tal.

Este tejido contiene los vasos sanguíneos y fibras nerviosas

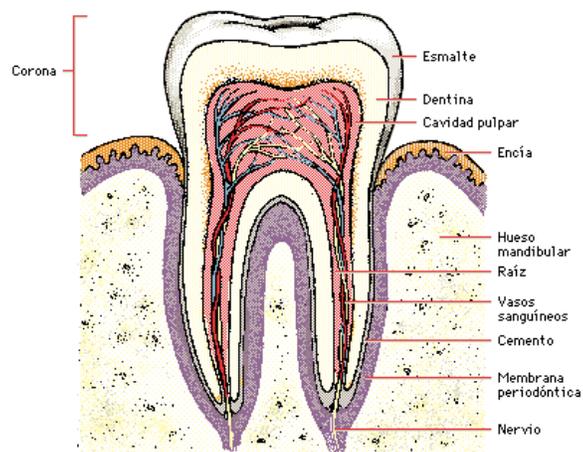


Imagen 60. Tejido pulpar

Fuente. *Mdacs* (recuperado integro Angulo Cedeño, 2012)

- Tejido apical

Difiere del tejido pulpar coronario. El tejido pulpar de la corona consiste principalmente de tejido conectivo celular y menos fibras de colágeno y el tejido pulpar apical son más fibroso y contiene menos células. Histoquímicamente hay grandes concentraciones de glicógeno en la pulpa apical el cual es compatible en un ambiente anaeróbico.

El tejido fibroso del conducto radicular apical es similar al del ligamento periodontal, esa estructura fibrosa mantiene los vasos y terminaciones nerviosas que entran a la pulpa, la pulpa y el diente reciben una gran numero de vasos sanguíneos que se originan en los espacios medulares del hueso que rodea el ápice radicular, estos vasos cursan entre el trabeculado óseo y a través del ligamento periodontal, antes de entrar a los forámenes apicales como arterias o arteriolas, después los vasos sanguíneos se ramifican en el tejido pulpar apical.



Imagen 61. Tejido apical

Fuente. *Iztacala Unam* (recuperado integro (Rivas Muñoz, Notas para el estudio de endodoncia , 2008)

Así mismo al existir una relación entre los vasos sanguíneos y las terminaciones nerviosas con el tejido periodontal, da paso a existir las enfermedades pulpares periodontales. El cual en un proceso inflamatorio o degenerativo que afecte vasos y nervios del ligamento periodontal de la misma forma puede afectar a la pulpa dental.

Las características morfológicas del tejido dentinario tienen estrecha relación con las características funcionales de los odontoblastos de la pulpa periférica. Por esta razón hay una implicancia clínica directa con los aspectos funcionales del complejo dentino pulpar. La dentina y la pulpa juntas forman una sola unidad biológica el cual constituye el complejo dentino pulpar.

Algunas características morfológicas de esta unidad biológica son:

- Presencia de túbulos los cuales tienen valor cuantitativo de 19000 a 45000 túbulos/mm² de dentina, el cual permite el paso de sustancias en ambas direcciones es decir hacia la pulpa y desde la pulpa
- El diámetro de los túbulos varía desde el límite amelodentinario a la pulpa
- Existen mega túbulos con un mayor diámetro el cual aumenta la permeabilidad local
- Obliteración tubular al límite con el esmalte por depósito de dentina peritubular y aposición de grandes masas de hidroxapatita, la cual se da como reacción de defensa ante un proceso carioso, traumatismo, que por esta razón forma una dentina esclerótica
- Existe una desestructura de túbulos y reducción de número debido a una formación de dentina terciaria
- Espesor dentinario disminuido esto aumenta la permeabilidad.

Esas características influyen en la permeabilidad dentinaria, que da paso a sustancias, también para que exista un intercambio actúa un mecanismo del transporte de sustancias a través del túbulo dentinario.

Aun cuando la circulación pulpar está intacta, existe una pequeña presión hidrostática que se dirige hacia fuera y a la que se oponen el esmalte, el cemento y el barrillo dentinario y las restauraciones. Esta presión se disminuye con el empleo

de vasoconstrictores en los anestésicos y aumenta en los procesos inflamatorios este tipo de transporte puede ocurrir en sentido inverso cuando aumenta la presión exterior, al morder o al realizar restauraciones no refrigeradas, con el consiguiente desprendimiento del calor. (H. Galvez, 2000)

Cuando existe un intercambio de sustancias o fluidos a través de un transporte en el cual en la permeabilidad dentaria existen varios como son:

- Transporte convectivo: se da cuando existe movimiento de moléculas de un fluido, de una región caliente a una menos caliente o fría
- Transporte por difusión: este es el paso de productos a través del túbulo dentinario, este transporte es la resultante del diámetro tubular, por la cantidad de túbulos por el cambio en la concentración de solutos a través de la dentina dividido entre el espesor de la dentina.
- Transporte por iontoforesis: este tipo se da cuando los solutos con carga eléctrica vanean cuando se produce una corriente eléctrica, durante las restauraciones metálicas

El transporte de sustancias a través del túbulo dentinario es susceptible de medición para nosotros poder saber que tanta permeabilidad existe en un órgano dentario, por ejemplo.

La conductancia hidráulica mide la facilidad de desplazamiento de la masa líquida, bajo gradiente de presión hidrostática u osmótica.

Coefficiente de permeabilidad de solutos, mide la facilidad con la que los solutos se difunden.

Coefficiente de reflexión, mide la diferencia entre la permeabilidad del soluto y la del solvente.

Algunas cosas que aumentan la permeabilidad dentinaria, es por ejemplo los acondicionadores dentinarios, previos al proceso de adhesión de la resina desmineralizan la dentina, lo que aumenta la permeabilidad, o también la eliminación

del barrillo dentinario la aumenta, aunque su permanencia en los túbulos bloquea la entrada de gérmenes.

4.3 Concepto y antecedentes del grabado dental

Para una adhesión se requiere de ciertas condiciones óptimas que no se dan fácilmente en el medio oral. Para superficies lisas limpias y homogéneas la adhesión puede ser óptima, pero como la estructura dental es heterogénea, cubierta por películas orgánicas no se puede dar una adhesión fácil.

En la adhesión que es la unión de dos sólidos, el cual ocurre mediante un medio adhesivo, que normalmente es en estado líquido que al solidificarse produce esta unión, el mecanismo mantiene en íntimo contacto estas superficies, la unión puede ser mecánica química o ambas. La adhesión química se da cuando el adhesivo reacciona químicamente con la superficie sólida, y la mecánica cuando el adhesivo se incorpora a las irregularidades y socavamientos mecánicos de la superficie solida este fenómeno se conoce a menudo como engranaje.

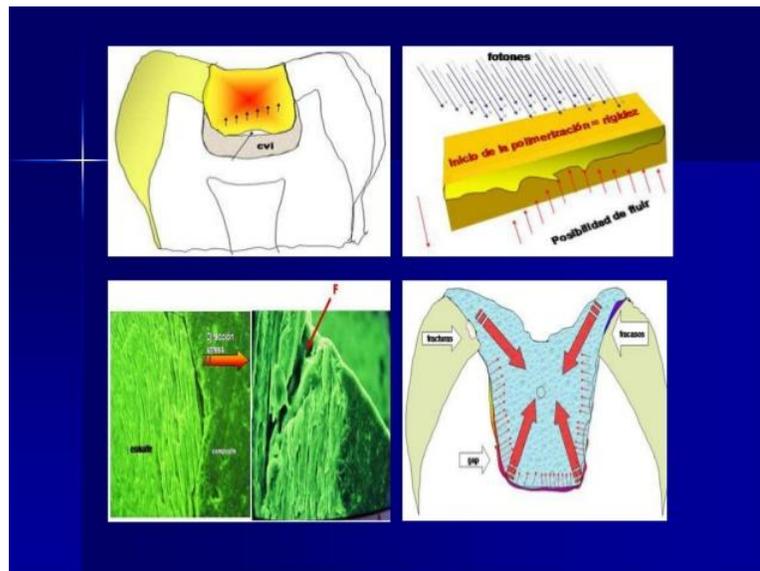


Imagen 62. Adhesión química dental
Fuente. SlideShare (recuperado integro Landa, 2014)

Una buena humificación de las superficies adherentes por el adhesivo es indispensable para una buena adhesión.

La superficie del esmalte, que es relativamente lisa y sin posibilidad de unión micromecánica es húmeda y una energía de superficie relativamente baja, que hace un mal substrato de adhesión y cubierto por una película que también interfiere, la eliminación de la película mediante el pulido reduce la energía de superficie, haciendo el esmalte aún más resistente a la humificación.

El grabado ácido de la superficie del esmalte, tal como propuso originalmente Buonocore (1955), produce una rugosidad microscópica de la superficie, que afecta la adhesión de varias maneras: aumenta el área de superficie disponible para la adhesión, aumenta la energía superficial del esmalte y produce irregularidades microscópicas adecuadas para el engranaje micromecánico. (tovati , miara, & nathanson, 2000, pág. 10).

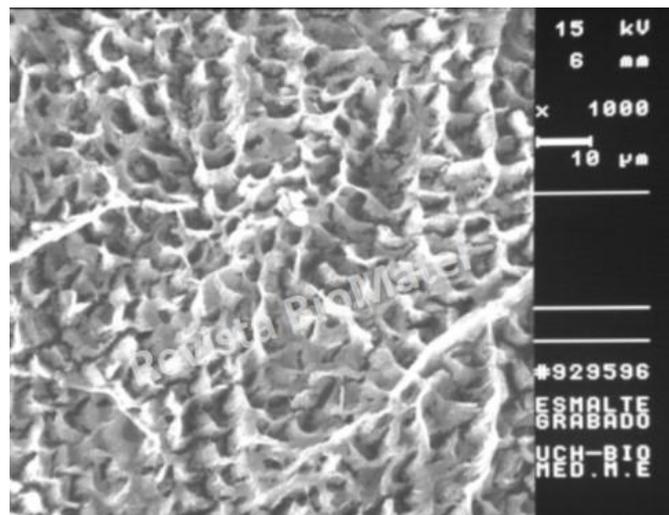


Imagen 63. Efecto de la técnica de grabado en el esmalte magnificación de 1000x
Fuente. *Biomater* (recuperado integro Terrazas Soto, 2015)

Este fenómeno de adhesión al esmalte grabado es la base de la mayor parte de los procedimientos adhesivos practicados hoy en día en las diferentes áreas de la odontología.

Desde los experimentos iniciales de Buonocore el cual utilizaba ácido cítrico para realizar el grabado dental y polimetilmetacrilato como resina adhesiva, la técnica ha ido evolucionando con adhesivos altamente especializados y nuevos agentes de grabado.

En los primeros procedimientos de adhesión al esmalte requerían el uso de soluciones de ácido fosfórico en concentraciones que iban de un 37 a un 50%, el procedimiento de rutina incluía la humidificación repetida al menos de 60 a 120 segundos.

Gwinnet (1971) y Silverstone y cols (1975) observaron el patrón microscópico del esmalte grabado, y lo describieron en tres tipos principales. El patrón de grabado tipo 1 mostraba una formación de panal de abejas, donde los núcleos de los prismas del esmalte habían sido eliminados... El patrón de grabado de tipo 2 era el reverso del tipo 1, con los núcleos de los prismas del esmalte protruidos y las periferias eliminadas. El tipo 3 es menos organizado, con un patrón más amorfo que no refleja la estructura de los prismas del esmalte. Nathanson y cols (1982) cuantificaron los 3 patrones de grabado y demostraron que en realidad el tipo 3 era el más frecuente y el tipo 1 el menos – solo un 15% de las superficies exhibían esta formación. (tovati , miara, & nathanson, 2000, pág. 10)

El grabado ácido produce una retención para las restauraciones de composite, otra ventaja es el efecto de sellado conseguido con márgenes que están adheridos al esmalte y un mínimo efecto de microfiltraciones.

A mediados de los 60, los geles de ácido fosfórico tuvieron gran popularidad, geles en concentraciones de 40%, solo requería una única aplicación de 60 segundos y se lavaba con agua.

Glasspoole y Erickson (1986) comprobaron los efectos sobre el esmalte de diferentes tiempos de grabado, y descubrieron que un grabado de 15 seg producía una retención tan buena como los tratamientos de 1 min. El resultado de este hallazgo fue

un nuevo régimen de grabado que requería solo 15 seg de aplicación de ácido en los procedimientos rutinarios de adhesión al esmalte. (tovati , miara, & nathanson, 2000, pág. 10)

Recientemente se ha introducido procedimientos de grabado con ácido maleico al 10%, en combinación con un sistema de adhesión a dentina, aunque microscópicamente el esmalte muestra un patrón de grabado menos intenso.

4.4 Protocolo de grabado en órgano dentario

- Cuando se comienza el tratamiento, se realiza la limpieza del órgano dentario a tratar con cepillo de profilaxis y pasta sin flúor.
- Se realiza el aislamiento absoluto con dique de hule, esto con el fin de evitar la infiltración de saliva y exista una contaminación
- Cuando se realiza la cavidad con las indicaciones al tratamiento que se realizará, se hará limpieza para la eliminación de algún contaminante
- Se hará microretenciones con la acción química del ácido sobre el esmalte el cual se utilizará ácido ortofosforico del 30 al 37%, lo cual hará un grabado profundo, hasta la actualidad este ácido sigue siendo la sustancia de mayor éxito. El ácido grabador logrará crear micro poros en la superficie adamantina que con la energía superficial atraerá el adhesivo el cual una vez endurecido, se va adherir mecánicamente.



Imagen 64. Protocolo de grabado parcial dental
Fuente. Ivoclar vivadent (recuperado integro ivoclar vivadent)



Imagen 65. Protocolo de grabado total dental
Fuente. *Propdental* (recuperado integro Propdental clinica, 2018)

Cuando se coloca el ácido fosfórico se puede producir 3 tipos de grabado.

- Tipo I. se graba el centro del prisma (cabeza o cuerpo) logrando la mejor adhesión.
- Tipo II. Se graba el área interprismático donde se encuentra el cuello del prisma, se logra una adhesión aceptable.
- Tipo III. Se graba desordenadamente el esmalte lo cual producirá poca adhesión.

Se recuerda que si el tiempo de grabado es exagerado se provoca pérdida de sustancia adamantina, que conlleva a un patrón de grabado negativo a la adhesión, ya que los microporos se vuelven menos amplios.

“El ácido cumple dos funciones en el esmalte:

- Aumenta su energía superficial volviéndolo buen receptor del adhesivo
- Disuelve la sustancia inorgánica, creando micro poros en su superficie

Logrando así la micro retención mecánica” (Guillen Vivas, 2015, pág. 131)

- Luego de ser grabado por el fabricante se lava con abundante agua y estará listo el substrato grabado para la colocación del adhesivo, en caso de que hubiera contaminación con saliva, se tendrá que hacer nuevamente la técnica de grabado.

Algunos factores que pueden influir en el grabado del esmalte, son el esmalte aprismatico en dientes temporales, dientes con fluorosis, o en pacientes mayores porque la permeabilidad es menor lo que reducirá la capacidad de desmineralización del ácido, para estos casos se deberá aumentar el tiempo de grabado para tener una superficie favorable.

Grabado de la dentina

La dentina al tener componentes diferentes al esmalte, deberá ser tratada de forma diferente. La dentina puede ser grabada del 30 al 37% de igual forma que el esmalte, pero en un menor tiempo de 5 a 10 segundos. “las funciones del ácido fosfórico en la dentina son las siguientes:

- Remoción del barro dentinario
- Desmineralización de la superficie de la dentina
- Exposición de las fibras de colágeno
- Aumentar el diámetro de los túbulos dentinarios” (Guillen Vivas, 2015, pág. 133)

Todo esto es para crear espacios (malla de colágeno) donde penetrara el sistema adhesivo y cuando se polimeriza creara una capa híbrida que será una retención micromecánica de la dentina, una vez realizado el proceso de grabado deberá ser retirado con soplos de aire-agua, se deberá secar, pero no resecar la superficie sino se tiene cuidado con los tiempos podría ocurrir, lo siguiente:

- Ocurre un sobre grabado y el ácido penetrara más allá dejando residuos en el interior de los túbulos, espacios en los cuales el adhesivo no logra llenar, y creara un vacío lo cual se convierte en una de las causas de sensibilidad después del tratamiento, esto debido al movimiento de fluidos tisulares que ocurre en el interior del túbulo.
- Las fibras de colágeno colapsan ya que en los espacios del interior de la malla formada por las fibras en las cuales el sistema adhesivo formara la traba mecánica se cierran entre sí, lo cual será imposible que el adhesivo penetre.

Por esta razón es importante saber que la dentina vital tiene cierto porcentaje de agua y humedad por naturaleza, humedad que varía dependiendo de la localización.

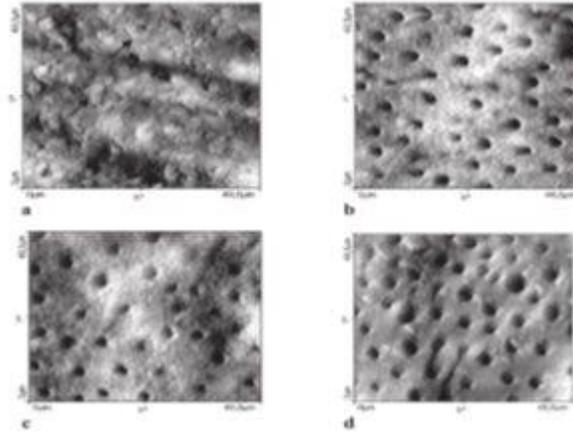


Imagen 66. Grabado de la dentina en el órgano dentario
Fuente. *Emaze* (recuperado integro Muratore Lahoz , 2017)

4.5 Protocolo de grabado de la restauración de cerámica vítrea

Las cerámicas vítreas son llamadas también cerámicas ácido-sensibles a la acción del ácido fluorhídrico, para su tratamiento se deberá colocar este ácido que reaccionara con la matriz de vidrio que contiene sílice y forma hexafluorosilicatos, su resultado es una superficie que presentara microscópicamente aspecto de panal de abejas, la matriz de vidrio selectivamente retirada deja expuesta la estructura cristalina para la retención micromecánica de la cerámica.

El objetivo de modificar la superficie de la porcelana antes del cementado, es aumentar el área superficial disponible para la unión y crear retenciones y aumentar la resistencia, también ayudara a crear mayor energía superficial antes de la colocación del silano y sistema adhesivo.

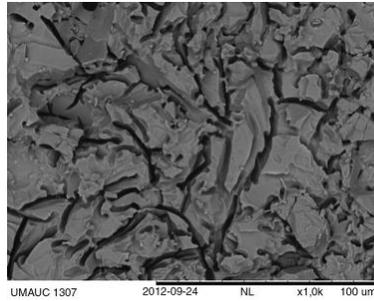


Imagen 67. Cerámica feldespática tratada con ácido fluorhídrico
Fuente. *Elsevier* (recuperado integro Zamorano Pino, Valenzuela Aranguiz , Peña Julia, & Saul Pino, 2016)

Para el protocolo del grabado es el siguiente:

- Se realiza prueba de ajuste y estética de la restauración, se desinfectará la restauración a cementar y se secará con torundas de algodón
- Se realiza el grabado de la restauración con ácido fluorhídrico al 4.5% por 20 segundos
- Se realizará lavado abundante y se neutralizará el efecto del ácido con bicarbonato de sodio al menos por 1 minuto y se lavará nuevamente
- La superficie de la restauración de cerámica vítrea estará lista para la colocación del adhesivo.



Imagen 68. Aplicación del ácido fluorhídrico en la cerámica
Fuente. *Opalini* (recuperado integro Lima, 2015)



Imagen 69. Protocolo de cementación de la restauración de porcelana
Fuente. *Opalini* (recuperado integro Lima, 2015)

Una parte esencial en el éxito clínico de las restauraciones indirectas es lograr una unión adhesiva fuerte y confiable entre el material restaurador, la resina de cementación y el tejido dentario, sin embargo, las superficies de las cerámicas son generalmente lisas y homogéneas, con pocas alteraciones micro superficiales o irregularidades que puedan favorecer la retención o la adhesión. Es por esto que las restauraciones de cerámicas estéticas requieren de un acondicionamiento de superficie previo a la cementación, cuya finalidad es crear microrretenciones mecánicas para aumentar la superficie, con el objetivo de mejorar la adhesión, por ende, mejorar la longevidad de la restauración. Para lograr este objetivo se han utilizado diferentes protocolos de tratamientos de superficie y su elección va a depender del tipo cerámica, según su composición química.

El tratamiento habitual y más eficaz de las cerámicas grabables, es decir, de aquellas que poseen un alto porcentaje de fase vítrea, es grabado con ácido fluorhídrico al 9%, el cual disuelve la fase vítrea, creando una superficie irregular con microrretenciones, capaz de mejorar la adhesión de la cerámica al cemento de resina (Zamorano Pino, Valenzuela Aranguiz , Peña Julia, & Saul Pino, 2016)

CAPITULO V

SILANO

5.1 Concepto y antecedentes del silano

El cementado adhesivo de restauraciones cerámicas fue una realidad clínica a mediados de la década de 1980 por Simonsen y Calamia, quienes introdujeron el acondicionamiento ácido de la cerámica y posteriormente el proceso de silanización.

La posibilidad de tratar la superficie interna de la restauración cerámica con un ácido, el (hidro) fluorhídrico al 10% y a continuación aplicar un agente silanizador (γ-metacriloxipropiltrimetoxisilano), creando condiciones óptimas en la estructura de la cerámica para la imprimación micromecánica del cemento, favoreció sustancialmente el uso de los cementos resinosos. (Alvarenga de Oliveira, 2014)

El papel del ácido fluorhídrico en el proceso de cementado es atacar la matriz vítrea que rodea a la fase cristalina de las cerámicas feldespáticas, en lo cual se formarán orificios retentivos que serán llenados por cemento resinoso, tratando de aumentar el proceso adhesivo después del acondicionamiento con ácido es necesario la aplicación con el agente silanizador sobre la superficie de la cerámica.

Durante el desarrollo inicial de las resinas compuestas, Bowen demostró que las propiedades óptimas del material dependían de la formación de una unión fuerte entre el relleno inorgánico y la matriz orgánica. La unión de estas dos fases se logra recubriendo las partículas de relleno con un agente de acoplamiento, que tiene características tanto de relleno como de matriz. El agente responsable de esta unión es una molécula bifuncional que tiene grupos silanos (Si-OH) en un extremo y grupos metacrilatos (C=C) en el otro. Debido a que la mayoría de las resinas compuestas disponibles comercialmente tienen relleno basado en sílice, el agente de acoplamiento más utilizado es el silano. (Rodríguez G & Pereira S, 2007)

Los silanos son sustancias empleadas para facilitar la adhesión entre los sustratos inorgánicos y la matriz orgánica, la cual se encuentra presente en la composición de las resinas compuestas.

Algunos autores están de acuerdo en la utilización de agentes de acoplo silánico para dar una adhesión adecuada; los silanos producen enlaces químicos covalentes

de hidrógeno entre la resina compuesta y el material restaurativo. Estos están representados por moléculas bifuncionales en capacidad de interactuar, por una parte, con los grupos OH libres sobre la superficie silicea y por la otra con la matriz orgánica de las resinas con dobles enlaces C-C de los grupos metacrilatos.

La formación de enlaces siloxanos esta favorecido por la formulación comercial de silanos por ácidos débiles y acoplantes. “El proceso de silanizacion incrementa la humectabilidad de la cerámica; la máxima retención al substrato esta aumentada por la utilización combinada de HF y se muestra más eficaz para los agentes que contienen ácido carboxílicos” (Re, Cerutti, Mangani, & Putignano, 2009)

Los primer´s silanicos pueden ser subdivididos en tres categorías: aquellos no hidrolizados en envase individual, los pre-hidrolizados en una sola solución y aquellos compuestos por más líquidos.



Imagen 70. Silano
Fuente. *Ultradent* (recuperado integro ultradent)

5.2 Características y ventajas de su uso

El silano metacriloxipropiltrimetoxilano, es un compuesto más conocido por la formación de enlaces con las partículas de relleno inorgánico de las resinas compuestas, y la matriz vítrea en cerámicas.

Tiene la característica de una doble acoplación que depende de la capacidad de unirse a las superficies de sílice, llevándolas de hidrófilas a hidrófobas de manera que puedan unirse a la matriz inorgánica hidrófoba de las resinas expuestas.

El acoplamiento con silano se considera una técnica sensible, entre los factores que influyen en su eficacia, se encuentra la evaporación del solvente.

La acción acoplante depende de la presencia, sobre la molécula de grupos bifuncionales

- Grupos silánicos (-SiOH), capacidad de formar enlaces siloxánicos (-O-Si-O-) con la cerámica hidrofílica
- Grupos carbonílicos (-CH₂-CH₂) en capacidad de formar enlaces con la resina compuesta (hidrófoba).

Durante la adhesión a la cerámica la molécula de silano se dispone paralelamente a la superficie cerámica que es hidrófila, la dispone hidrófoba y afín de los productos orgánicos propiedad llamada organofilia.

La hidrofobia protege a la cerámica de la degradación hidrolítica y la organofilia facilita la humectabilidad.

La función del silano depende de las siguientes reacciones químicas:

- Acercamiento de molécula silánica a la superficie del sílice formando enlaces de hidrogeno entre grupos -SiOH
- Reacciona al grupo silánico (-O-Si-O-) y liberación de una molécula de agua
- Polimerización en la otra extremidad con la matriz resinosa de la resina mediante un grupo metacrilato

- Formación de puentes de hidrogeno con los grupos -OH- de las partículas del material de relleno, mediante el grupo carboxílico.

5.3 Protocolo de aplicación del silano en la cerámica vítrea

La adhesión composite-cerámica se funda generalmente en procesos estándar. La combinación de anclaje micromecánico y químico se ha mostrado más eficaz.

El fraguado por calor del silano puede mejorar la adhesión del composite a la cerámica. Los silanos que se activan en la consulta dental son preferibles a los productos preactivados. Teniendo en cuenta la tendencia de los silanos a sufrir degradación hidrolítica en un entorno húmedo. (Dietschi & Spreafico, 1998, pág. 194)

Para la cementación de la cerámica.

- Una vez estando acondicionada la restauración de cerámica es decir que ya se encuentre grabada con ácido fluorhídrico y posteriormente lavada
- Se realiza la aplicación del silano y guardar protegiendo hasta el momento mismo de la aplicación del material cementante.
- Se deja evaporar y el silano debe aplicarse a una temperatura aproximada de 100°C.
- Se realiza la aplicación de un (bonding) para mejorar la humectabilidad, inmediatamente antes de cargar el cemento, se sopletea para adelgazar la capa y no polimerizar para no tener problemas de asentamiento en el momento de llevar la restauración al órgano dentario.
- Se acondiciona el órgano dentario para la colocación de la restauración
- Se carga el material cementante se hace el asentamiento de la restauración y la eliminación meticolosa de los excesos de material cementante y se fotopolimeriza desde todos los flancos
- Se realiza pulido, terminación y controles finales.



Imagen 71. Aplicación del silano

Fuente. Coem (recuperado integro Diaz- Romeral Bautista, Orejas Perez, Lopez Soto, & Veny Rivas , 2009)



Imagen 72. Colocación del bonding

Fuente. Coem (recuperado integro Diaz- Romeral Bautista, Orejas Perez, Lopez Soto, & Veny Rivas , 2009)



Imagen 73. Colocación del material cementante

Fuente. *Ultradent* (recuperado integro medical expo)

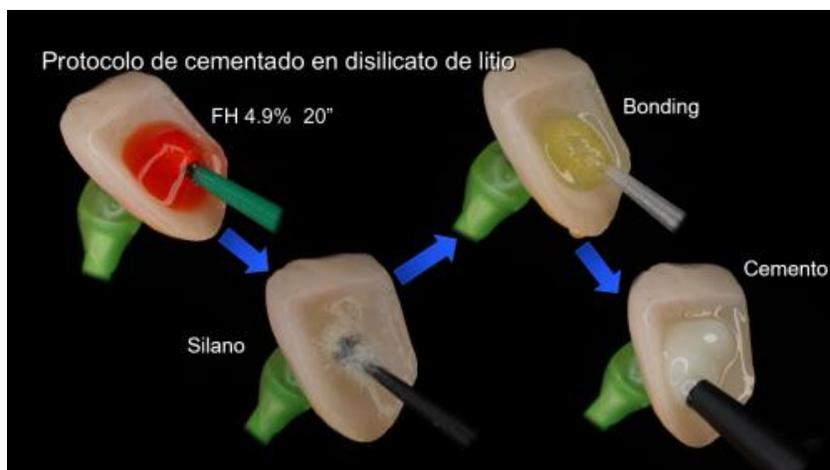


Imagen 74. Protocolo de cementado en corona disilicato de litio
 Fuente. *Prosthodontic* (recuperado integro Mallat Callís, 2018)

Como ya se menciona la silanización es el impedimento de la penetración de agua de la superficie orgánica a la inorgánica, ya que los grupos metacrilatos del compuesto del silano, forman uniones covalentes en la resina completando la polimerización

Al haber realizado la silanización, se procederá a colocar el cemento de resina y para que puedan endurecer, los monómeros deben transformarse en polímeros y para que esto suceda deben ser activados por un agente iniciador. Este agente forma radicales libres a partir de las moléculas de monómero, que al quedar con un electrón impar se convierten en un compuesto muy reactivo

Para que este iniciador pueda cumplir su función, deberá ser activado, y el agente activador debe otorgarle al iniciador una cantidad de energía suficiente para que este rompa un doble enlace de carbono de una molécula de monómero y así queden electrones libres capaces de reaccionar con otras moléculas de monómero, hasta completar la polimerización.

Un agente iniciador se da a través de medios químicos o físicos en los cuales pueden ser el calor o la luz a una determinada longitud de onda, en la clínica odontológica existe un sistema iniciador el cual es un alfa-dicetona, grupo de las canforoquinonas, la cual es activada por la luz con una longitud de onda de 470 nanómetros, este sistema se obtiene de la lámpara de fotopolimerizar el cual ayuda a

la polimerización del cemento adhesivo de resina y darle dureza estabilidad y retención a la restauración de cerámica.

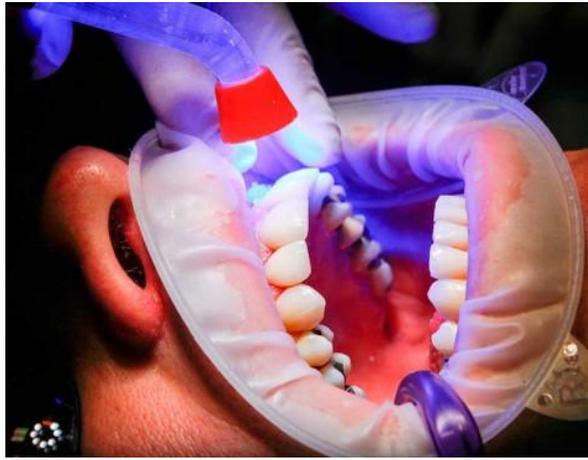


Imagen 75. Fotopolimerización
Fuente. *Clínica dental* (recuperado integro Ortiz, 2014)

Existen dos mecanismos de polimerización

- Resina autocurable: activación química
- Resina fotocurable: se activa por medio de lámpara de luz halógena

En las resinas de autocurado contiene 2 partes, la base, es decir el iniciador que está dado por el peróxido de benzoilo, y la otra parte que es el catalizador el cual actúa como el activador que está dada por (la amina terciaria) que forma radicales libres que inician la polimerización.

CAPITULO VI

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

6.1 Planteamiento

En la actualidad algunos alumnos de la licenciatura de odontología por tiempo o por diversas cuestiones se vuelven más metódicos en las clínicas de las diversas materias impartidas, dejando de lado la cuestión de investigación. El ¿Por qué? Y ¿para qué? De los protocolos requeridos en cada uno de los tratamientos realizados, sin tomar en cuenta las ventajas y desventajas e indicaciones del uso de ciertos materiales dentales. Cabe destacar que el ámbito odontológico siempre está en constante cambio, actualizando materiales y así mejorando algunos tratamientos, como son la colocación de prótesis fija, dejando de lado poco a poco las coronas de materiales metal-porcelana, dando paso a restauraciones realizadas de una material con mayor estética, sin daño al tejido dental y entrando a un mundo odontológicamente nuevo donde los pacientes requieren que los odontólogos tengan las bases de información requeridas para poder manejar los materiales de una buena forma y poder realizar tratamientos exitosos, por eso es necesario informarse sobre las diferencias que existen entre las coronas de material metálico a las coronas de matriz vítrea o cristalina, en la cual los tallados y más importante los protocolos de adhesión son completamente diferentes, ya que interactúan químicamente, la estructura del tejido dentario y el material de la cerámica y esto tiene gran importancia para un buen tratamiento.

El silano tiene un papel importante en el protocolo de adhesión de las cerámicas de matriz vítrea, que tiene la función de ser un agente de adhesión entre el órgano dentario y el material restaurativo, pero para que exista una buena técnica adhesiva es necesario tener las bases de la forma de colocación.

6.2 justificación del problema

La odontología estética está en constante cambio utilizando e innovando en materiales nuevos de ahí los odontólogos deben tener bien implementados sus conocimientos, las cerámicas de matriz vítrea requieren un protocolo de adhesión específico que actúa a nivel tejido dentario y cerámica como tal, es ahí que el silano siendo un agente de unión actúa entre ellas dos para tener una buena adhesión, lo que esta investigación pretende, es facilitar la información a los alumnos de la Universidad Tecnológica Iberoamericana para poder hacer menos mecánica su práctica odontológica; es decir que no se coloquen o se realicen los protocolos de cementación porque así es lo indicado, sino que conozcan de que materiales esta realizado y el ¿Por qué? de su función para su cementación.

También verificar que tipos de silano existen en el mercado y sus protocolos de uso, ya que existe una forma en donde el proceso de silanización se omite ya que va incluida en el proceso de colocación del adhesivo.

Ayudar a que los alumnos resuelvan sus dudas respecto a los pasos de un protocolo de cementación y así orientar a sus propias investigaciones.

6.3 Objetivos

Objetivo general

- Conocer la importancia del uso de silano y la relevancia como agente de unión en un protocolo de cementación en cerámicas de matriz vítrea

Objetivo específico

- Analizar ¿por qué? y ¿para qué? del uso del silano
- Explicar el proceso de silanización
- Identificar en qué momento del protocolo de cementación se debe colocar el silano
- Explicar qué pasaría si se omitiera la colocación del silano para la adhesión de una cerámica de matriz vítrea

6.4 Hipótesis

- El silano tiene un papel importante en el protocolo de cementación en las restauraciones libres de metal, brindando una mejor adhesión química por su acción biofuncional entre los compuestos del agente cementante y la superficie de la restauración.

Por tal motivo, cual es la importancia de colocar silano en las restauraciones libre de metal para una adecuada adhesión con el diente.

Bibliografía

- Aguilar L., A., Barriga, J., & Chumi Terán, R. (2015). *revista latinoamericana de ortodoncia y odontopediatria*. Obtenido de adhesivos de quinta y sexta generacion: <https://www.ortodoncia.ws/publicaciones/2015/art-35/>
- Alicia. (8 de marzo de 2014). *diente histologia*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/alycyalopez/diente-2014-histologa>
- Alvarenga de Oliveira. (2014). *El universo estetico de las restauraciones en ceramica*. Amolca.
- Alvarenga de Oliveira, A. (2014). *comprender planificar y ejecutar. El universo estetico de las restauraciones en ceramica*. Amolca.
- Angulo Cedeño, M. (17 de Julio de 2012). *pulpa dentaria*. Obtenido de <http://mdacs.blogspot.com/>
- Bisco. (2018). *All bond 2*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=jfbOgJsFVS8>
- C., E. (7 de marzo de 2012). *esmalte*. Obtenido de embriologia bucodental: <https://masymasembriologia.blogspot.com/2012/04/esmalte.html>
- Calvo R., N. (julio de 2010). *boletin informativo de la academia colombiana de operatoria dental estetica y biomateriales*. Obtenido de unidades y protocolos de fotocurado: <http://acodeb.co/wp-content/uploads/2016/09/2010.-Unidades-Protocolo-De-Fotocurado.pdf>
- Caparroso Perez, C., & Duque Vargas, J. (22 de junio de 2010). *Scielo*. Obtenido de Ceramicas y sistemas para restauraciones cad-cam: <http://www.scielo.org.co/pdf/rfoua/v22n1/v22n1a11.pdf>
- Ceballos Garcia , L. (Octubre de 2003). *adhesion a dentina afectada por caries y dentina esclerotica*.
- Cosio Dueñas , H. (14 de junio de 2017). *restauraciones esteticas indirectas con resina compuesta en cavidades clase I y II*. Obtenido de <https://www.slideshare.net/HerbertCosioDueas/8-restauraciones-estticas-directas-e-indirectas-con-resina-compuesta>
- Cuevas Suarez, C. (17 de diciembre de 2014). *principios para el tallado en protesis fija* . Obtenido de SlideShare: <https://es.slideshare.net/CarlosLegolas/clase-5-principios-para-el-tallado-de-dientes-en-prtesis>
- Delgado Rodriguez, C. (s.f.). *Emaze*. Obtenido de adhesivos dentales: <https://www.emaze.com/@AWZILCRQ>
- dental, g. (15 de septiembre de 2011). *revista gaceta dental* . Obtenido de <https://www.gacetadental.com/2011/09/carillas-estticas-25581/>
- dentalzon. (2017). *mirage*. Obtenido de <https://dentalzon.com/en/products/161899-acidos-grabadores-mirage-silane-bond-enhancer-pa>

- Diaz- Romeral Bautista, P., Orejas Perez, J., Lopez Soto, E., & Veny Rivas , T. (26 de enero de 2009). *cementado adhesivo de restauraciones totalmente cerámicas*. Obtenido de <http://www.coem.org.es/sites/default/files/revista/cientifica/vol6-n2/61-75.pdf>
- Dietschi, D., & Spreafico, R. (1998). *Restauraciones adhesivas no metalicas*. Masson.
- exclusivas dentales s.a de c.v. (2016). *tenure sistema de adhesion*. Obtenido de <https://sasexclusivasdentales.es/es/materiales-de-restauracion/142-tenure-sistema-de-adhesion-multiuso.html>
- facultad de odontologia. (octubre de 2003). *la evolucion de la adhesion a dentina*. Obtenido de http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-12852004000100002
- Fleming, M. (6 de agosto de 2012). *adhesive*. Obtenido de speare educacion: <http://www.speareducation.com/spear-review/2012/08/what-causes-degradation>
- Gador. (1950). *historia de la odontologia*. Obtenido de http://www.gador.com.ar/wp-content/uploads/2015/04/hist_odonto10.pdf
- Gil Padron, M., Pérez Sanchez, A., & Sáenz Guzmán, M. (febrero de 2005). *universidad central de venezuela*. Obtenido de relacion odontologia operatoria, periodoncia, oclusion: http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_odontologia/Imagenes/Portal/Odont_Operatoria/Relacion_Operatoria-Periodoncia.pdf
- gluma bond universal. (2018). *kulzer* . Obtenido de Giving a hand to oral health: https://www.kulzer.com/int2/int/dentist/products_from_a_to_z/gluma_2/gluma_bond_universal.aspx
- goconqr. (s.f.). *terminaciones y apuntes en protesis fija*. Obtenido de https://www.goconqr.com/p/6300801-terminaciones-y-apuntes-en-pr-tesis-fija-flash_card_decks
- González Andrado, R. A. (16 de junio de 2016). *facultad de estudios superiores zaragoza unam* . Obtenido de esmalte, dentina, pulpa, cemento y erupcion dental: <https://www.slideshare.net/sistemaestomatognatico/esmalte-dentina-pulpa-cemento-y-erupcin-dental>
- Guédez, E. N. (8 de mayo de 2013). *emalte dental*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/eliamkanipjoany/esmalte-dental-20828262>
- Guillen Vivas, X. (2015). *fundamentos de operatoria dental*. Dreams Magnet.
- H. Galvez, L. (2000). *permeabilidad dentinaria*. Obtenido de http://sisbib.unmsm.edu.pe/BVRevistas/odontologia/2000_n6/permea_denti.htm
- Indian Dental Academy. (7 de Agosto de 2014). *SlideShare*. Obtenido de all new dental ceramics: <https://www.slideshare.net/indiandentalacademy/bang-ppt-37748248>
- ivoclar vivadent. (s.f.). *adhese universal*. Obtenido de <http://www.ivoclarvivadent.com/adhese-universal/es/#>

- Ivoclar Vivadent. (s.f.). *Ivoclar Vivadent*. Obtenido de IPS Empress: <http://www.ivoclarvivadent.es/es-es/p/todos/productos/ceramica-sin-metal/ips-empress-system-tecnico-dental/ips-empress-caracterizacion>
- Julieta. (15 de octubre de 2014). *dentisalut clinica*. Obtenido de que son las incrustaciones: <https://www.dentisalut.com/incrustaciones-dentales/>
- Landa, S. (28 de junio de 2014). *adhesion*. Obtenido de <https://www.slideshare.net/SofaLanda/adhesivos-2014-1>
- Leonardi, C. (17 de marzo de 2017). *inran*. Obtenido de faccette dentali: <https://www.inran.it/faccette-dentali/21988/>
- Lima, A. (27 de julio de 2015). *adhesive cementation*. Obtenido de opalini: <https://opalini.com/en/noticias/post/adhesive-cementation-key-clinical-longevity/>
- López Jordi, M., Amaral Schiaffino, R., & Bussadori Kalil, S. (14 de Mayo de 2010). *odontoestomatologia*. Obtenido de proteolisis enzimatica del colágeno dentinario: http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1688-93392010000100004
- Lopez, C. (4 de mayo de 2014). *grabado acido en el esmalte*. Obtenido de slideshare: <https://www.slideshare.net/CesarCampoy/grabado-cido-en-esmalte>
- Mallat Callís, E. (06 de septiembre de 2018). *decálogo del cementado adhesivo*. Obtenido de <http://prosthodonticsmcm.com/decalogo-del-cementado-adhesivo/>
- Martinez Rus, F., Pradies Ramirez, G., Suárez García, M., & Rivera Gómez, B. (diciembre de 2007). *Scielo*. Obtenido de Ceramicas Dentales: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1138-123X2007000300003
- medical expo. (s.f.). *ultradent*. Obtenido de <http://www.medicaexpo.ru/prod/ultradent-products/product-74376-820161.html>
- Montagno, F., & Barbesi, M. (2013). *ceramicas, zirconio y CAD/CAM*. Amalco.
- Moraes, R. (1 de diciembre de 2014). *opalini*. Obtenido de adhesivos: <http://opalini.com/es/noticias/post/por-que-los-adhesivos-de-autograbado-todavia-no-son-tan-populares-rafael-moraes/>
- Muratore Lahoz, F. (junio de 2017). *grabado acido de la dentina*. Obtenido de universidad de barcelona : <https://www.emaze.com/@AORRCFLQR>
- Noritake. (2018). Obtenido de CLEARFIL NEW BOND: <https://kuraraydental.com/product/clearfil-new-bond/>
- OMS. (2004). *informe sobre el problema mundial de las enfermedades bucodentales*. Obtenido de <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2004/pr/s/es/>
- Ortiz, L. (2014). *clinica dental*. Obtenido de fotopolimerizacion: <http://clinicadentalalcantarilla.es/tag/fotopolimerizacion/>

- Palash Dental. (2017). *Multispeciality & Dental Implants Center*. Obtenido de <http://www.palashdentalclinic.com/metal-free-crowns/>
- pillips. (2008). *ciencia de los materiales dentales*. elsevier.
- Proaño, P. (7 de mayo de 2012). *Operatoria Dental*. Obtenido de histologia dentaria: <https://www.slideshare.net/tingoringo/clase-facultad-n1-histologia-dentaria>
- propdental. (2018). *gingivitis*. Obtenido de clinica dental propdental.
- Propdental clinica. (2018). *restauraciones dentales*. Obtenido de <https://www.propdental.es/caries-dental/restauraciones-dentales/>
- Propdental. (s.f.). *Popdental*. Obtenido de CAD-CAM: <https://www.propdental.es/cad-cam-dental/>
- Re, D., Cerutti, A., Mangani, F., & Putignano, A. (2009). *Restauraciones esteticas adhesivas indirectas parciales en sector posterior*. Amolca.
- Rivas Muñoz, R. (2008). *notas para el estudio de endodoncia*. Obtenido de iztacala unam embriologia, histologia y fisiologia pulpar: <http://www.iztacala.unam.mx/rrivas/NOTAS/Notas6Histologia/comcelotras.html>
- Rivas Muñoz, R. (2008). *Notas para el estudio de endodoncia* . Obtenido de embriologia, histologia y fisiologia pulpar: <http://www.iztacala.unam.mx/rrivas/histologia4.html>
- Rodriguez G, D., & Pereira S, N. (10 de mayo de 2007). *acta odontologica venezolana* . Obtenido de evolucion y tendencias actuales de las resinas compuestas : https://www.actaodontologica.com/ediciones/2008/3/evolucion_tendencias_resinas_compu estas.asp
- Salazar Fonseca, A. (2009). *odontologia estetica, el arte de la perfeccion*. artes medicas.
- salud y medicina. (31 de mayo de 2014). *tipos de adhesion dental*. Obtenido de slideshare: <https://es.slideshare.net/nekofagiarreicokawaiinonjin/tipos-de-adhesion-dental>
- Schmidseder, J. (1999). *Atlas de la odontologia estetica*. Masson.
- Schmidseder, J. (1999). *Atlas de odontologia estetica* . Masson.
- Shillingburg, H., Hobo, S., & Whitsett, L. (1983). *Fundamentos de Prospodoncia Fija*. Coyoacan Mexico D.F: La Prensa Medica Mexicana.
- Suarez, A. (10 de novimebre de 2011). *dentina pulpar*. Obtenido de salud y medicina: <https://es.slideshare.net/AnaizSuarez/la-dentina-10113747>
- Sunset, D. (21 de septiembre de 2016). *Sunset Dental Cancun*. Obtenido de tipos de coronas dentales : <https://sunsetdentalcancun.com/es/blog/tipos-de-coronas-dentales-cuales-son-sus-caracteristicas/>
- Terrazas Soto, P. (21 de abril de 2015). *revista de la sociedad cientifica grupo chileno de materiales dentales*. Obtenido de analisis micromorfologico, al Meb, del efecto sobre el esmalte sano de

un sistema adhesivo autograbante y un sistema adhesivo con ácido grabador :
<http://www.biomater.cl/tag/grabado-del-esmalte/>

toivati, b., miara, p., & nathanson, d. (2000). *odontologia estetica y restaurativa ceramicas*. masson.

ultradent. (s.f.). *Blog de VK Import*. Obtenido de silane: <https://vkimport.com/instrucciones-de-uso/adhesivos-cementos-y-grabadores/silane-silano/>

Universidad de Chile. (20 de junio de 2010). *ceramicas de uso odontologicos*. Obtenido de area de biomateriales odontologicos: <https://es.slideshare.net/Biomatodontologia/clase-porcelanas-de-uso-odontologico-4558673>

Vieira Pereira, D. (9 de abril de 2013). *propdental*. Obtenido de caso clinico del tratamiento de endodoncia: <https://www.propdental.es/blog/odontologia/tratamiento-de-endodoncia/>

vita in-ceram. (s.f.). *Tesco*. Obtenido de Vita in-ceram: <http://cn.tesco-dental.com/Index/Series/id/73>

vital, c. d. (21 de marzo de 2018). *periodontitis*.

Widel, R. (4 de junio de 2011). *tejidos dentinarios*. Obtenido de https://es.slideshare.net/rogelio_wilder/tercera-clase-tejidos-dentarios

Zamorano Pino, X., Valenzuela Aranguiz, V., Peña Julia, V., & Saul Pino, C. (abril de 2016). *Revista clinica de periodoncia, implantologia y rehabilitacion oral*. Obtenido de micromorfologia superficial de 2 ceramicas grabables tratadas con diferentes acidos : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0718539115001019>

Zapata, V. (24 de noviembre de 2014). *ceramicas*. Obtenido de clasificacion de ceramicas dentales: <http://todosobreceramicas.blogspot.com/2014/11/tipos-de-ceramicas-dentales.html>