

528



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE ODONTOLOGIA**

**CERAMICA DENTAL**

*Revisé y Dirigí*



**T E S I S**

Que para obtener el título de:

**CIRUJANO DENTISTA**

P r e s e n t a :

**MARIA ELISA ERIKO KIKUCHI YOKOYAMA**



México, D. F.

1981



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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.

## I N D I C E

	Pág
CAPITULO I	
1. Naturaleza química de la porcelana dental.	1
1.1 Clases de porcelana dental	1
1.1.1 Porcelanas de maduración alta y mediana.	1
1.1.2 Porcelanas de baja temperatura de maduración.	4
1.1.3 Variedades de la porcelana de baja temperatura de maduración.	7
1.2 Porcelana Aluminosa.	10
1.3. Ligadura de porcelana y metal.	14
CAPITULO II	
2. Restauración ceramometálica (estado de la ciencia)	17
2.1 La subestructura.	17
2.1.1 Diseño estructural.	20
2.1.2 Diseño de superficie y terminado.	27
2.2 La cerámica.	29
2.3 La ligadura.	34
2.4 El futuro.	35

## CAPITULO III

3. Enfoque racional de la preparación dental para las restauraciones ceramometálicas.	37
3.1 Limitaciones impuestas por los materiales.	37
3.2 Limitaciones impuestas por las demandas fisiológicas.	38
3.2.1 Consideraciones respecto al diseño del borde gingival.	39
3.2.2 Colocación del margen.	42
3.3 Alternativas de la saliente biselada	46

## CAPITULO IV

4. Diseño del armazón en restauraciones ceramometálicas.	49
4.1. Conceptos de fuerza de tensión y de compresión..	49
4.2 Diseño de unidades únicas.	51
4.3 Diseño de unidades múltiples conectadas	54
4.3.1 Pónticos.	55
4.4 Ley de Vigas	56
4.5 Control de la porosidad metálica en pónticos.	57

4.6 Conectores.

CAPITULO V

5. El arte esculpido de la cerámica dental.

5.1 Métodos de aplicación y condensación.

5.1.1 Vibración.

5.1.2 Acción capilar.

5.1.3 Técnica de aplicación con la espátula.

5.2 Esculpido de una corona individual anterior.

5.2.1 Aplicación de dentina.

5.2.2 Corte con sonda para la capa de esmalte.

5.2.3 Capa de esmalte.

5.2.4 Adición de contacto.

5.3 Construcción de una corona posterior.

CAPITULO VI

6. Estética y color: percepción del problema.

6.1 Color.

6.2 Compatibilidad del color.

6.3 Prescripciones.

6.4 Terminado de la restauración.

## INTRODUCCION.

Han pasado muchos siglos desde el advenimiento de los esmaltes separados por tabiques delgadísimos en el Oriente; ya en la segunda mitad de este siglo, el arte de la cerámica ha empezado a adquirir nuevas dimensiones a través del refuerzo de la ciencia.

La cerámica moderna ha ido más allá de las aplicaciones con las que estamos familiarizados, aplicaciones basadas en silicatos y compuestos hechos de sílice y otros óxidos, ahora, una amplia variedad de materiales inorgánicos, refractarios, incluyendo el grafito, se encuentran en el campo de estudio de este arte.

En la odontología restaurada estamos aún en el umbral del desarrollo de la combinación de cerámica y metal, que es el avance más significativo en el campo desde la incrustación de oro. La aparición inevitable y la recepción favorable de la restauración ceramometálica en la odontología restaurada se adscriben fácilmente a las demandas cosméticas del consumidor insistente y a la insatisfacción general de la profesión y del público ante lo inadecuado de los materiales de restauración más tempranos. Desgraciadamente, la gran demanda ha impulsado a reacciones apresuradas basadas en conocimientos superficiales sobre el progreso tecnológico y con investigación fundamental magra. Compañías que han surgido últimamente han ofrecido soluciones rápidas, como aleaciones baratas o enchapados de cerámica fabricados en forma demasiado rápida. Dada la realidad de la demanda, no es sorprendente que estemos experimentando la emoción de la respuesta empresarial, pero la actividad frenética ha llevado a una

diversidad inimaginable de materiales y a una gran falta de constancia razonable en la literatura técnica acompañante.

Este trabajo se realizó con la intención de familiarizarnos más con los avances actuales en este campo y para eliminar un poco la confusión y la frustración tan prevalentes en la metodología y la ciencia de los materiales relacionados con la combinación de cerámica y metal.

Es difícil imaginar mejoras importantes hasta que se establezcan normas rígidas de calidad para todos los materiales empleados. También existe la necesidad exasperante de una cooperación más estrecha entre el dentista y el técnico, en forma que pudieran apreciar más completamente las restricciones a las que tienen que enfrentarse cada uno de ellos.

## 1. Naturaleza química de la porcelana dental.

Aún cuando el dentista muy pocas veces se encontrará en situación de preparar su propia porcelana dental, debería tener una comprensión elemental de su naturaleza química para poder interpretar mejor las advertencias del fabricante, reglas de uso y resolver problemas técnicos, si llegaran a presentarse, en la forma más conveniente.

### 1.1 Clases de porcelana dental.

Según su uso, la porcelana se clasifica en tres tipos. Un tipo se emplea para la fabricación de dientes artificiales. El segundo tipo se usa para coronas, fundas e incrustaciones. El tercer tipo, designado con mayor propiedad como esmalte, se usa como frente sobre coronas metálicas coladas.

Las porcelanas dentales se clasifican también según su temperatura de madurez, es decir, la temperatura a la que se le somete para obtener un producto satisfactorio respecto a sus propiedades físicas y cualidades estéticas. Por lo general, se reconocen tres tipos de porcelana dental: de temperatura de maduración alta, mediana y baja. Las primeras dos categorías tienen casi la misma composición y microestructura pero son considerablemente diferentes de las porcelanas de baja temperatura de maduración.

#### 1.1.1 Porcelanas de temperatura de maduración alta y mediana.

La porcelana de alta temperatura de madurez se usa para fabricar dientes de porcelana, pero se pueden usar composiciones similares para confeccionar coronas y fundas de porcelana. El material es una mezcla de partículas finas de feldespato y cuarzo. El feldespato funde primero y dá una fase vítrea, y sirve de matriz para el cuarzo que se mantiene en suspensión en el cuerpo cocido. El cuarzo confiere resistencia a la porcelana; aunque reacciona con el feldespato y produce la unión, actúa principalmente como substancia nucleante o de relleno.

Los feldespatos naturales usados en la manufactura de la porcelana dental son mezclas de albita  $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$  y ortoclasa o microlina,  $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$ . La variedad natural nunca es pura y la relación de óxido (  $\text{Na}_2\text{O}$  ) al de potasio (  $\text{K}_2\text{O}$  ) varía de un lote a otro. Cuando el feldespato se funde alrededor de  $1250^\circ$  a  $1500^\circ\text{C}$ , los álcalis (  $\text{Na}_2\text{O}$  y  $\text{K}_2\text{O}$  ) se unen con la alúmina y el sílice para formar silicatos de aluminio potásico o sódico, se forma una fase glaseada con una fase de sílice cristalina libre. Por lo general, cuanto menos es la cantidad de óxido de sodio respecto del de potasio, menor es la temperatura de fusión; por otra parte, la forma potásica (ortoclasa) proporciona mayor viscosidad al vidrio fundido y menor aplastamiento o escurrimiento pirolástico de la porcelana durante la cocción. El escurrimiento pirolástico de la porcelana debe ser bajo, para impedir el redondeamiento de los márgenes, la pérdida de la forma dentaria y la obliteración de las marcas superficiales, tan importantes para dar un aspecto natural.

Una porcelana de alta temperatura de madurez característica se compone de 85 partes de feldespato y 15 partes de cuarzo. Los ingredientes se trituran juntos se

gún una distribución específica de tamaño de la partícula que varía entre 7 y 70 micrones para un polvo de porcelana para coronas cocidas al aire.

Se probó la sienita nefelínica como sustituto del feldespato, porque es un mineral con menos variaciones en su composición. Sus componentes principales son feldespato potásico, feldespato sódico y nefelina  $[(Na K)_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2]$ . Sin embargo el uso de la sienita nunca se popularizó en la confección de la porcelana dental, porque tiene mayor piroplasticidad que el feldespato.

Aunque muchas porcelanas dentales contienen una fase de cuarzo cristalino libre, se las debe seguir clasificando como vidrios, y a las porcelanas de alta temperatura de madurez se las debería denominar con mayor propiedad " vidrios feldespáticos ".

Las porcelanas de alta temperatura de maduración se usan primordialmente para dientes postizos y las porcelanas de temperatura de maduración mediana para p $\acute{o}$ nticos (como trup $\acute{o}$ nticos). Aunque los dientes postizos se construyen colocando numerosas capas de diferentes matices de porcelana, cada capa es qu $\acute{m}$ ica y microestructuralmente similar. Estas porcelanas, como ya dijimos antes, son compuestos de materias primas extra $\acute{i}$ das por explotaci $\acute{o}$ n minera de la tierra, como los feldespatos naturales ( minerales parecidos a la arcilla ) y de cuarzo. Estos materiales se pulverizan, se mezclan y se someten al calor.

A temperaturas por encima del 1 090 $^{\circ}$  C, reacciones qu $\acute{m}$ icas m $\acute{u}$ ltiples entre los  $\acute{o}$ xidos dan por resultado

la formación de un óxido fundido líquido que aglutina las partículas que reaccionan y que no reacciona uniéndolas.- El enfriamiento de este compuesto sólido y líquido (después de que haya ocurrido suficiente reacción piroquímica) dará por resultado una pieza sólida de verdadera porcelana.

El exámen microscópico revela una estructura física de compuesto formado por un hésped de partículas cristalinas pequeñas dentro de una matriz amorfa. Esta estructura es física y químicamente estable a bajas temperaturas, pero las reacciones empezarán de nuevo si la pieza de porcelana vuelve a calentarse. Las porcelanas de temperatura de maduración mediana difieren de las porcelanas de maduración alta, sólo en su proporción de más óxidos reactivos. Estos requieren menos calor para fundir las partículas uniéndolas y pueden autoglasearse más fácilmente a una temperatura menor que las porcelanas de alta temperatura de maduración.

Como las reacciones químicas internas (que incluyen la disolución de los componentes sólidos) pueden empujarse o detenerse por ciclos de temperatura, las propiedades físicas de las porcelanas verdaderas son inestables - cuando hay episodios repetidos de calentamiento y enfriamiento. Por esta razón se usan sólo para situaciones en las que una vez fabricadas, sólo necesiten molerse, tal vez glasearse una vez y montarse en base de metal o de plástico.

### 1.1.2 Porcelanas de baja temperatura de maduración.

La producción de la restauración fundida de cerámica y metal comprende una técnica diferente de cualquier otra restauración con porcelana que le preceda históricamente. En esta técnica el polvo de porcelana se funde a temperaturas relativamente altas, directamente a una subestructura metálica. La técnica comprende ciclaje de la restauración a través de horneadas repetidas, hasta que se ha establecido la forma deseada del diente. La porcelana debe ser estable física y químicamente durante tal procedimiento. Esto se lleva a cabo produciendo un material glaseado parecido a la porcelana, que es semejante en la química, pero muy diferente microestructuralmente, de las porcelanas verdaderas de alta temperatura de maduración.

A diferencia de la porcelana de alta temperatura de madurez, los polvos de las porcelanas de baja temperatura de madurez y mediana temperatura de madurez son vidrios obtenidos por desgaste de bloques de porcelana madurada. Se mezclan los ingredientes crudos y se funden. Después se sumerge la masa fundida en agua, como consecuencia, el vidrio adquiere tensiones hasta el punto en que se producen grietas y fracturas considerables. El procedimiento se conoce como fritado, y el producto se denomina frita. Esta estructura frágil se desgasta fácilmente, hasta convertirse en polvo fino de dimensiones casi coloidales. Las partículas simplemente se unen por fusi~~ón~~ón, pero es preciso controlar la temperatura para reducir el escurrimiento pirolástico. La temperatura de maduración depende de la composición del vidrio.

Las porcelanas de baja temperatura de maduración son producidas mezclando primero materias primas semejantes a las usadas en porcelanas de alta temperatura de maduración, pero con una proporción relativamente más alta de óxidos de sodio y potasio. Estos óxidos reaccionan fácilmente a altas temperaturas con óxidos de sílice y de aluminio para producir un cristal líquido. Al contrario que con la porcelana de alto punto de fusión, los componentes se disuelven casi por completo mediante reacciones químicas, de modo que el material al enfriarse muestra una microestructura casi homogénea de vidrio amorfo. Este vidrio puede entonces reducirse a polvo, volver a mezclarse y volver a someterse al fuego sin otro cambio químico ( y consecuentemente físico). Colocar en capas y fundirlo al metal simplemente significa una coalescencia de partículas, sometiendo éstas a temperatura elevada. El vidrio homogéneo producido de esta manera, puede ser modificado por el fabricante por agregados pequeños de óxidos ( como óxido de hierro) que imparten color al vidrio sin cambiar en forma significativa ninguna de sus otras propiedades, en mucho como un vaso de agua puede colorearse mediante concentraciones muy pequeñas de colorante alimenticio sin afectar materialmente su estado físico o químico.

El cristal puede hacerse opaco agregando porcentajes pequeños de óxidos casi insolubles como  $TiO$  y  $ZrO$ . Cuando se mezclan con vidrio, estos materiales forman una mezcla compuesta similar en su estructura física a las resinas compuestas empleadas en las restauraciones anteriores. Las pequeñas cantidades de óxidos insolubles interrumpen la transmisión de la luz y como son blancos o blancos amarillentos, pueden crear tonalidades de color en vidrio translúcido semejantes a las de la dentición natural. Debido a su insolubilidad relativa (esto es, virtualmente

no hay reacción química con la matriz de vidrio), no alteran en forma apreciable la temperatura de fusión del vidrio ni su coeficiente de expansión térmica.

Alterando el color y el grado de opacidad, pueden producirse una diversidad de vidrios; en manos diestras, pueden fundirse a soportes metálicos de composiciones apropiadas, pueden obliterar el color obscuro del soporte y pueden reproducir la forma y aspecto estético del diente mediante una técnica que comprende ciclaje térmico repetido de los materiales.

Otros requisitos en toda porcelana designada para fusión a metal son: 1. Debe tener un coeficiente muy alto de expansión térmica ( en relación con la mayor parte de la porcelana.) para equiparar al de la aleación de metal. Los metales tienen por lo general, una expansión térmica mucho más alta que las cerámicas. 2. Debe fundirse a temperaturas menores que la aleación metálica ( alrededor de  $980^{\circ} \text{C}$  )

### 1.1.3 Variedades de la porcelana de baja temperatura de maduración.

Cuando compramos un equipo de porcelana a un fabricante, se nos proporciona una diversidad de porcelanas empleadas para construir una restauración cosmética fundida ceramometálica. Estas suelen incluir lo siguiente:

a. Porcelanas opacas que están compuestas de un vidrio básico de baja temperatura de maduración con agre-

gados de óxidos relativamente insolubles (  $TiO_2$   $ZrO_2$  ). - Estas porcelanas se funden directamente al soporte de metal a un grosor de aproximadamente 0.3 a 0.4 mm dentro de una fluctuación de temperatura de 960 a 1 010° C ( esto - varía según los fabricantes ). Estas porcelanas son formuladas a veces para madurar a temperaturas más altas - ( 4.44°C ) que las porcelanas que cubren el cuerpo para - reducir al mínimo la dispersión dentro del cuerpo de las - porcelanas durante los repetidos sometimientos al fuego y así pierden sus cualidades de opacificación.

b. Las porcelanas del cuerpo. están compuestas - por un vidrio básico de baja temperatura de maduración - con diversas concentraciones de óxidos colorantes. Hay - generalmente tres porcelanas del cuerpo: de tonalidades - incisales (o de esmalte) que virtualmente no contienen - óxidos colorantes; de tonalidades gingivales ( o de denti - na) que contienen cantidades pequeñas de colorantes, particularmente los óxidos que imparten color amarillo; y mo - dificadoras, que contienen grandes cantidades de colorantes que fluctúan por todo el espectro cromático e inclu-- yen blanco y gris. Todas estas porcelanas del cuerpo tie - nen las mismas propiedades químicas y físicas y pueden en - tremezclarse libremente. Estas porcelanas se colocan en - capas y se funden sobre la porcelana opaca para formar el contorno y la estética del diente difundiendo y suavizando el color opaco. Las porcelanas del cuerpo generalmente se funden a temperaturas entre 954 y 990°C, lo que asi - mismo varía según los fabricantes.

c. Colorantes y glaseadores. están compuestos de - vidrios con una cantidad proporcionada menor de sílice y - aluminio que las porcelanas del cuerpo. El contenido re - lativamente más alto de óxidos de sodio y potasio, además

de los óxidos colorantes, da a estos vidrios una fluidez considerable a temperaturas alrededor de 870 a 926°C. Estas porcelanas están equilibradas para tener casi la misma expansión térmica que las porcelanas del cuerpo y las porcelanas opacas, pero deben entremezclarse con precaución debido a su gran fluidez. La porcelana compuesta de glaseadores y colorantes mezclados con porcelanas del cuerpo podría mostrar pérdida considerable del contorno (flujo piropástico) si se calienta hasta 982°C. Se usan para crear una chapa glaseada y para impartir caracterización superficial a una restauración fundida ceramometálica exactamente antes de la cementación.

Glaseadores. El glaseador se coloca sobre la porcelana durante la cocción de tal manera que la fase vítrea se forma en capas delgadas sobre la superficie del cuerpo de la porcelana. Sin embargo, se suele aplicar una capa de vidrio transparente sobre la superficie de la porcelana madurada, usando un polvo de vidrio especial con temperatura de madurez inferior a la del cuerpo de la porcelana.

El polvo glaseador es revestimiento cerámico que se puede agregar a una estructuración de porcelana, una vez que ha sido cocida. Se cuece, por ejemplo, una corona funda; después se aplica un glaseador en pasta y se vuelve a cocer la corona hasta la temperatura de fusión del glaseador. Se obtiene una superficie brillante o semibrillante que carece completamente de poros.

El coeficiente de expansión térmica del glaseador debe ser, desde el punto de vista ideal, igual al de la porcelana sobre la cual se aplica. Si el glaseador tiene

un coeficiente de expansión térmico superior al de la porcelana sobre la cual se aplica, se enfría bajo tensión radial. La tensión que se produce origina grietas en la superficie. Cuanto mayor es el estado de tensión, más fina es la trama de grietas. Si por el contrario, el coeficiente de expansión térmica del glaseador es inferior a la del cuerpo de la porcelana, las tensiones de compresión producen grietas en el glaseador, conocidas como "descamaciones". En cada caso el glaseador se va erosionando gradualmente en la boca. Siempre es necesario que la superficie de la porcelana sea lisa, particularmente en zonas donde entra en contacto con los tejidos blandos. Si se quita el glaseador queda expuesta la superficie rugosa y a veces porosa del cuerpo, y la resistencia disminuye.

Los vidrios en general son más capaces de soportar tensiones de compresión que tensiones de tracción o tangenciales. Si no es posible igualar los coeficientes de expansión térmica del cuerpo y del glaseador con exactitud, un glaseador adecuado debería tener un coeficiente de expansión térmica levemente inferior al del cuerpo.

Si todos los componentes de una porcelana dental-fritada se funden completamente para formar un vidrio de fase única, esa porcelana se autoglasea fácilmente. Como cada grano de porcelana (vidrio) se funde a la misma temperatura, glaseamos la superficie extendiendo el tiempo de madurez de la porcelana. La mayoría de las porcelanas modernas para coronas poseen la propiedad de autoglasearse mediante la regulación cuidadosa del ciclo de tiempo y temperatura.

Colorantes. Se suelen hacer marcas o defectos ligeros sobre la restauración de porcelana para imitar características dentarias. En odontología, por lo general se emplea porcelana coloreada de baja fusión. En todos los casos el tinte debe fundirse en el cuerpo o en el glaseador.

El colorante se usa en forma finamente pulverizada, suspendido en un vehículo tal como agua, glicerina y agua, o líquidos similares que se volatizan por completo durante la cocción. La suspensión se aplica al cuerpo de la porcelana con un pincel, por lo general antes del glaseado.

## 1.2 Porcelana Aluminosa.

Una cuarta clase de porcelana dental, empleada para coronas funda (jacket) y no para enchapado metálico, ha sido creada por McLean. Un material de nucleación más eficaz es la alúmina recristalizada ( $Al_2O_3$ ). Las partículas de alúmina son mucho más resistentes y con módulo de elasticidad más elevado que el del cuarzo, e interrumpen la propagación de las grietas con mayor eficacia. Al igual que en el cuarzo, hay un sistema de dos fases, así como también el fundente ataca levemente a la alúmina y forma una unión primaria; sin embargo durante la cocción no se produce cambio alguno en la alúmina propiamente dicha ( el cuarzo se invierte durante el calentamiento ). Los compuestos de vidrio y alúmina han sido denominados "porcelanas aluminosas".

La alúmina y las porcelanas de baja temperatura -

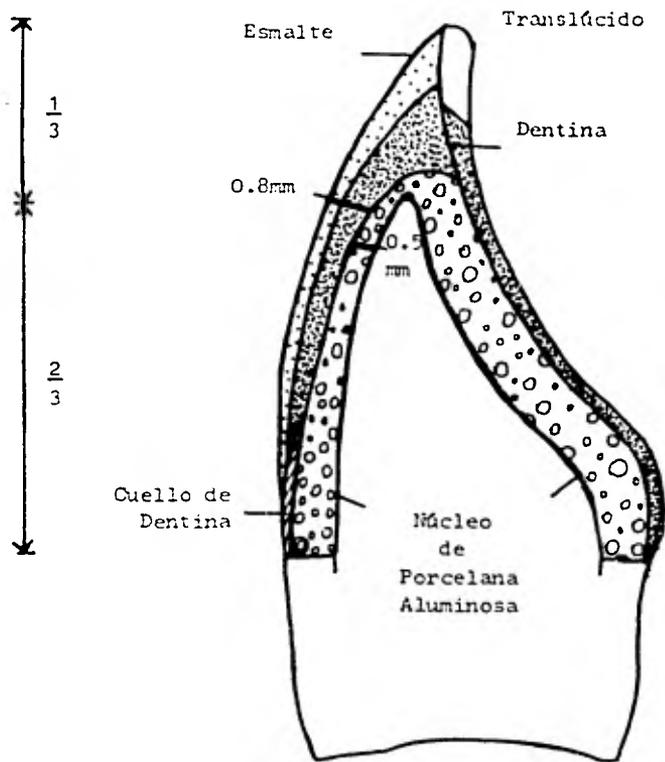
de maduración tienen coeficientes de expansión térmica - muy similares ( aproximadamente  $0.000021^{\circ}\text{C}$  ), y por tanto son compatibles estructuralmente. Además, el óxido de aluminio es ligeramente soluble en porcelana de baja - temperatura de maduración, lo que permite una continuidad de unión atómica a través del compuesto. La alta resis-- tencia a la fractura de la alúmina aumenta la resistencia global de la porcelana, lo que proporciona un material - con aumento a la resistencia de quebrarse por los esfuer-- zos masticatorios. Afortunadamente el óxido de aluminio es blanco y, cuando se mezcla con vidrios ligeramente te-- ñidos puede impartir una calidad muy vital a la corona . - funda, pero la incorporación de éste disminuye la translu-- cidez de la porcelana, sin embargo esta desventaja se su-- pera seleccionando partículas de tamaño adecuado.

La adición de óxido de aluminio al vidrio general-- mente eleva su grado de ablandamiento y su viscosidad, - por esta razón las porcelanas aluminosas se calientan al-- vacío y al aire como coronas funda a temperaturas entre -  $1065$  y  $1093^{\circ}\text{C}$ . A estas temperaturas ( aproximadamente--  $65.56^{\circ}\text{C}$  más que la temperatura de maduración de la porce-- lana que es fundida a metal). La porcelana logra sufi-- ciente fluidez para coalescer en una unidad densa sin pér-- dida excesiva del contorno. La presencia de alúmina en - la porcelana de baja temperatura de maduración aumenta - también la resistencia a la cristalización por ligar la - estructura atómica del vidrio y evitar la nueva disposi-- ción de las moléculas en la forma cristalina. Como re-- sultado, las porcelanas aluminosas toleran mucho mejor - las horneadas múltiples que las porcelanas de baja tempe-- ratura de maduración enchapadas a metal.

Hay tres clases de porcelanas aluminosas: 1) por-

celana de núcleo de alta resistencia que contiene 50 por-100 de cristales de alúmina, 2) polvo para revestimiento de la zona de dentina, y 3) polvo para revestimiento de la zona de esmalte, hechos de vidrios con alto contenido de alúmina. Las porcelanas de revestimiento o frentes estéticos se colocan sobre el núcleo de gran resistencia y confieren color y translucidez a la corona funda.

Si como apoyo de la porcelana translúcida se usa una alúmina de gran pureza, por lo general superior a 97- por 100, se obtiene una resistencia aún mayor. En este caso, fundimos porcelana dental translúcida común como revestimiento sobre la alúmina para formar una capa semejante al esmalte, con una buena unión. Lamentablemente, la temperatura de fusión o aglutinación de la alúmina es mucho más elevada que las obtenibles en un consultorio dental, pero se venden refuerzos de "alta alúmina" prefornados que se usan para confeccionar p<sup>o</sup>nticos, coronas con perno o pequeños puentes fijos.



Esquema que ilustra la colocación correcta del núcleo de porcelana aluminosa y porcelana para esmalte en una corona funda.

### 1.3 Ligadura de porcelana y metal.

Los tres modos reconocidos de ligar la porcelana a metal son las fuerzas de Van der Waals, el atrapamiento mecánico y la ligadura química directa. Aunque se han hecho esfuerzos de investigación para distinguir cuantitativamente la contribución relativa de cada uno, es probable que la ligadura química sea el más importante y predominante en términos de técnica de laboratorio y de servicio clínico.

Ligaduras de Van der Waals. Estas ligaduras son las fuerzas de atracción entre dos átomos polarizados en contacto estrecho, pero sin el intercambio de electrones que se observa en la ligadura química primaria. En una combinación sólida y líquida como es la interfase de porcelana y metal, las ligaduras de Van der Waals darán por resultado en cierta medida la adhesión verdadera relacionada con la extensión en la que el metal es humedecido por la porcelana ablandada. Mientras mejor sea la humidificación, más fuerte será la adhesión de Van der Waals de la porcelana al metal. La humidificación puede ser favorecida o inhibida por el método de acabado de la superficie metálica que se trata antes de agregar la porcelana. Las superficies extremadamente rugosas o las superficies contaminadas con materia orgánica ( aceites que se descomponen en carbono ) o ambas, inhiben la humidificación y disminuyen la fuerza de la ligadura de Van der Waals. Las superficies metálicas ligeramente texturizadas ( acabado liso seguido por sopleteo con arena mediante un abrasivo fino no contaminante, como óxido de aluminio ) se humidifican más fácilmente con la porcelana líquida y el aumento del área de superficie creado por la texturización puede aumentar la resistencia total de la ligadura.

Ligadura mecánica. En los casos en que las irregularidades microscópicas en la superficie metálica pueden llenarse con porcelana, se puede lograr un cierto grado de fijación mutua que proporciona retención de la chapa de porcelana. El efecto es análogo a la retención de resinas compuestas sobre esmalte grabado con ácido. La fracción de la retención total aportada por este medio no se conoce, pero tal vez sea relativamente pequeña, ya que las ligaduras profundas de porcelana y metal pueden obtenerse en superficies muy lisas en las que no hay retención mecánica alguna.

Ligadura química. El modo principal de la ligadura por la porcelana al metal es por transferencia de electrones directa entre el oxígeno del vidrio y los metales oxidables en el molde de aleación, esto es ligadura química. Las aleaciones de metales puramente nobles ( no oxidables ) no se ligan químicamente; la porcelana aplicada a una superficie de aleación lisa de Au-Pt-Pd, por ejemplo, se elevaría limpiamente de la superficie sin pruebas de unión. La adición de elementos oxidables, como el indio (In) o el estaño (Sn) a tal aleación establece el potencial para la oxidación de ésta y la adhesión consecuente al vidrio. La ligadura que interviene entre la aleación metálica y el vidrio es una capa de óxido metálico - que no necesita ser más que única en grosor para ser eficaz.

La oxidación excesiva del metal puede disminuir la resistencia de la ligadura por interponer una capa de óxido tan gruesa que puede haber fractura fácilmente a través de ella. Además la expansión térmica del óxido puede ser esencialmente diferente de la del metal y de la porcelana que se le une, como resultado, se generan esfuerzos dife-

renciales bajo el calentamiento y el enfriamiento que dan lugar a una fractura interfásica.

El vidrio es un solvente poderoso para los óxidos metálicos y las concentraciones relativamente grandes de óxido metálico interfásico pueden dar por resultado cambios (generalmente de disminución) en el coeficiente de expansión térmica del vidrio interfásico. Tal cambio puede causar fuerzas de tensión interna sobre el ciclaje térmico y tales fuerzas facilitan la fractura. Estos efectos pueden ser especialmente notables cuando la porcelana se liga a aleaciones Ni-Cr altamente oxidantes. La difusión de NiO y Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> disueltas a través de la porcelana puede hacer a ésta grisácea o que muestre a través de sí el cristal obscurécido y debe tenerse cuidado al usar tales aleaciones para reducir el mínimo la oxidación, para obtener una ligadura aceptable tanto clínica como estéticamente.

## 2. Restauración ceramometálica (estado de la ciencia ).

Como la mayor parte de las principales creaciones en los campos biológicos y de la salud, la restauración ceramometálica ha progresado desde ideas inventivas hasta avance empírico, mejoría científica aplicada, y finalmente, análisis científico. En su estado actual de desarrollo, la restauración ceramometálica representa una verdadera unión de arte y ciencia; tanto el conocimiento de la ciencia como la apreciación del arte son necesarios para realizar todo el potencial de la restauración, constantemente en evolución.

Para examinar el estado actual del desarrollo de la restauración se requiere una apreciación de las ciencias aliadas que han contribuido y continúan contribuyendo a la evolución. La física, la química, la ingeniería y la ciencia de los materiales, han ayudado a racionalizar nuestra utilización de las reparaciones ceramometálicas. Las leyes y principios de estas ciencias han ayudado grandemente en la investigación de la futura utilidad y como el objetivo de la ciencia así como de los clínicos es la utilidad, es importante examinar el estado actual de la base científica de nuestros procedimientos técnicos.

### 2.1 La subestructura.

La subestructura debe evitar las características indeseables de resistencia de la cerámica, por tanto, las propiedades físicas y la creación de la subestructura deben ser tales que resistan la falla de la restauración que podría resultar por resistencia a la tensión, al des-

gaste y al impacto deficientes del material de enchapado, además, debe proporcionar soporte e interferir tan poco - como sea posible en las demandas estéticas. En la actualidad, los únicos materiales capaces de servir como subestructura son las aleaciones metálicas.

La ciencia de los materiales enseña que la aleación ideal para una subestructura de cerámica debe poseer las propiedades siguientes:

a. Alto módulo de elasticidad. El módulo de elasticidad refleja la rigidez de un material dentro de su - fluctuación elástica. Mientras más alto sea el módulo de elasticidad, menos se flexionará un grosor dado del material al ser cargado. La cerámica quebradiza demanda una subestructura rígida, cualquier deformación, incluso si - es elástica, genera fuerzas de tensión destructivas en la chapa de cerámica.

b. Alta resistencia al estiramiento. La resistencia al estiramiento refleja la resistencia del material a la deformación permanente. Si la subestructura se deforma permanentemente, la restauración fallará. Además, la resistencia al estiramiento es crítica para la capacidad del material respecto a absorber energía, especialmente - en materiales que tienen un alto módulo de elasticidad.

c. Estructura de grano fino. La estructura de - grano fino es importante para la estabilidad mecánica de la del área marginal, la resistencia a la corrosión y la dureza.

d. Resistencia a combarse. La aleación debe resistir la deformación a las temperaturas que se encuentran durante el sometimiento al fuego de la cerámica.

e. Capacidad de vaciado. La aleación debe ser fácil de manejar y de vaciar. Los vaciados que ajusten exactamente son un imperativo. A menudo se pueden compensar las propiedades mecánicas existentes mediante un diseño estructural inteligente, pero no hay compensación para las restauraciones que no ajustan adecuadamente.

f. Potencial de ligadura. La aleación debe permitir la buena humidificación, si se cuenta con una ligadura adecuada y ser compatible térmicamente con el material enchapado.

Desgraciadamente, aunque la ciencia de los materiales pueda decirnos las propiedades físicas generales que debe poseer la aleación ideal, no puede decir objetivamente al clínico cuál de las muchas aleaciones al alcance debe usar para restauraciones ceramometálicas. De hecho, debido a las fuerzas funcionales y parafuncionales que se encuentran en la boca, no puede predecirse exactamente la futura utilidad; las pruebas y los errores de la experiencia clínica han tenido que proporcionar la base para las necesidades físicas de las aleaciones aceptables. Las propiedades físicas de las subestructuras clínicamente adecuadas han servido como criterio para la selección y la creación de otras aleaciones. Ahora que se han definido las propiedades deseadas, se puede argüir que el clínico debe utilizar la aleación que tenga las propiedades físicas óptimas, ya que esto permitiría un factor de seguridad

con respecto a la firmeza. Esto es racional, pero no asegura los resultados que pueden predecirse porque la firmeza física es sólo una de las variables que deben ser controladas para asegurar el éxito. Las diversas aleaciones para subestructuras, preciosas, preciosas modificadas y con base metálica, varían no sólo en sus propiedades físicas, sino también en la manipulación y sensibilidad técnica con respecto a fusión y vaciado. Las relaciones varían en sensibilidad técnica debido a diferencias en la temperatura para vaciado, la gravedad específica, la tensión superficial, la compatibilidad de cubierta, la compatibilidad del crucíbulos, la capacidad de soldadura y la resistencia al sobrecalentamiento y a la absorción de gas. Además, la investigación definitiva en el tratamiento de variables que afectan la exactitud de los vaciados es escasa para algunas aleaciones e inexistente para otras. El pronóstico respecto a la elección de la aleación, por consiguiente, depende todavía en mucho de la experiencia individual, lo que se espera y el grado de destreza.

### 2.1.1 Diseño estructural.

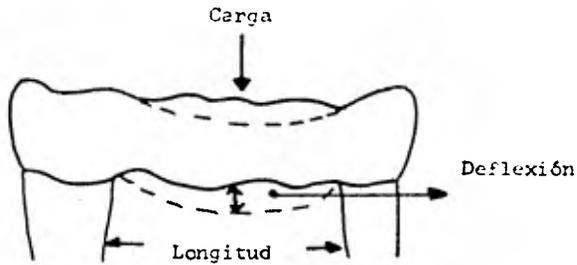
Independientemente de la aleación que se haya seleccionado, el diseño inteligente es crítico para el éxito. La subestructura debe satisfacer las demandas tanto mecánicas como biológica. Por una parte, las demandas mecánicas dictan que debe ser tan gruesa como sea posible, por otra parte, las demandas biológica y estética dictan que debe ser tan delgada como sea posible. El armazón debe diseñarse de modo que haya un espacio adecuado de hueco interdental que permita la salud de las encías y grosor adecuado de la porcelana, apropiado para la estética y que conserve la resistencia adecuada a la deformación.

Los principios de ingeniería nos enseñan que las estructuras hechas de materiales cuyos módulos de elasticidad en tensión se aproximan a los mismos en compresión, como los metales, se flexionarán directamente como el cubo de la longitud e inversamente como el cubo o la cuarta potencia del grosor, dependiendo de la forma de la sección. La fórmula de deflexión es básica, para el diseño de restauraciones. Es importante comprender el principio tanto respecto a sus implicaciones en el diseño como en relación con las propiedades físicas de la aleación utilizada en particular. En términos prácticos esto significa que si doblamos la longitud de un puente dental, dejando todo lo demás igual, debemos aumentar la deflexión ocluso gingival con una carga dada en ocho veces. Si triplicamos la longitud aumentaremos la deflexión 27 veces y así sucesivamente. Lo contrario se aplica respecto al grosor, la deflexión se disminuiría 27 a 81 veces, dependiendo del tamaño de la sección, si se triplicara el grosor; no obstante, el grosor debe aumentarse sin chocar con el hueco interdental necesario. Para satisfacer la demanda biológica, y al mismo tiempo realizar el tremendo aumento en fuerza logrado por el grosor ocluso gingival, el diseño debe ser tal, que el metal de una subestructura se aproxima y si es necesario llegue a la superficie oclusal en la región interproximal o de unión.

Tal diseño es descrito por Weinberg (3) que indica que el puntal interproximal de metal aumenta la rigidez no sólo por llevar al máximo el grosor, sino también en virtud del principio de ingeniería de la corrugación. En general, una forma corrugada es más fuerte para la mayor parte de los materiales que el mismo grosor del material en línea recta, por ejemplo, una caja de cartón corrugado. La rigidez lograda por tales principios es particularmente importante en casos en los que los dientes -

con soporte son cortos. En tales casos, la forma deseada de la unión puede parecerse a un sector circular; la deflexión de un miembro con forma de sector circular varía inversamente con el cuarto poder de grosor y sin embargo, - permitiría el hueco interdental máximo. En todos los casos, la forma de las uniones debe llevar al máximo la rigidez y a su forma óptima el hueco interdental. La forma deseable de una región de unión particular depende de la longitud de la corona clínica y de la altura del tejido interproximal.

La relación de la deformación con el grosor de la subestructura, es importante con respecto al diseño del retenedor mismo. El grosor del aspecto lingual de la subestructura, puede aumentarse hasta formar una especie de saliente de metal, aumentando así la rigidez; sin embargo, las áreas que cubren metal, como en la porción en bisel de una preparación, deben ser delgadas, como tal, esta porción es más susceptible a la flexión. No podemos aumentar el grosor del metal en esta área crítica y por tanto no deberíamos cubrirla con chapa de cerámica; La porcelana horneada en la delgada área marginal de una subestructura está bajo riesgo de falla mecánica y biológica. Mecánicamente, el metal delgado puede sufrir deformación elástica en la base, creando tensión en la cerámica e incluso deformación permanente cuando se somete al fuego la porcelana que ha sido contraída. Biológicamente, el peligro de sobrecontornear la restauración aumenta grandemente. En forma ideal, un collar de metal sin la capa superficial de cerámica debe conservarse en el área marginal. Los problemas estéticos creados por el collar de metal deben resolverse dentro de las limitaciones impuestas por las demandas biológica y mecánica.

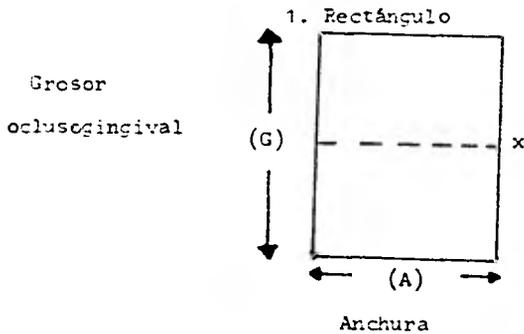


$$\text{Deflexión} \propto \frac{\text{Carga} \times \text{Longitud}^3}{\text{Módulo de elasticidad} \times \text{Momento de inercia}}$$

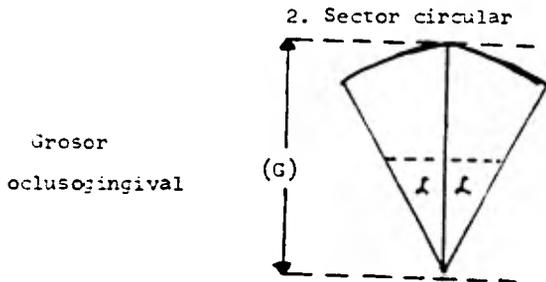
Forma (corte transversal)

Momento de inercia (I)

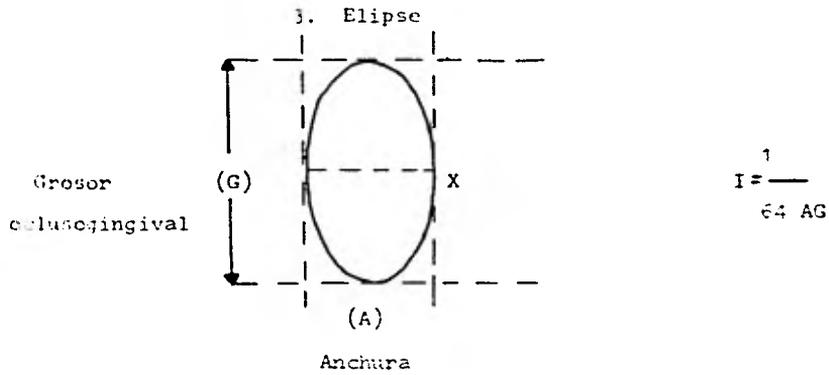
Alrededor del eje x



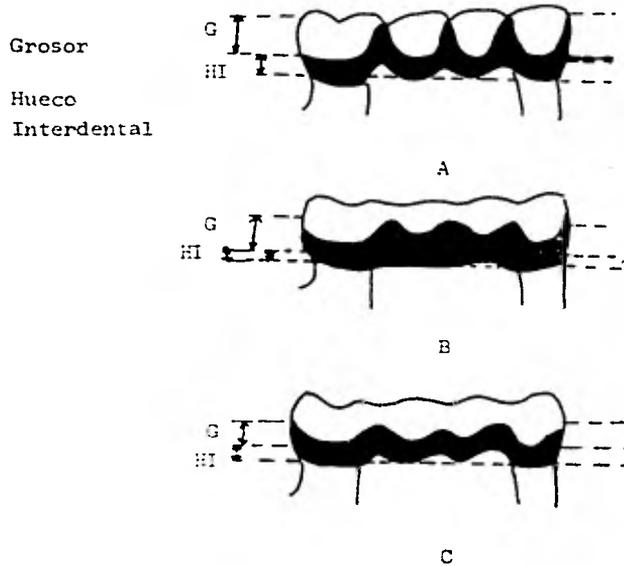
$$I = \frac{1}{12} AG^3$$



$$I = \frac{1}{4G^4} \left( \alpha + \sin \alpha \cos \alpha - \frac{16 \sin^2 \alpha}{9\alpha} \right)$$



La fórmula demuestra que la deflexión aumenta reduciendo al mínimo la carga y la longitud por llevar al máximo el módulo de elasticidad y el momento de inercia. El momento de inercia es una función de la geometría del área del corte transversal del puente y es proporcional al tercio o al cuarto poder del grosor, según se muestra .



Los diagramas representan la porción lingual de tres puentes ceramometálicos. El diseño de la subestructura que se muestra en A, con el metal que llega a la superficie oclusal, permite el hueco interdental adecuado y la rigidez óptima llevando al máximo el grosor oclusogingival (G). El diseño de B proporciona grosor adecuado, pero a expensas del hueco interdental. El diseño C brinda hueco interdental adecuado pero está bajo riesgo de deflexión por disminución del grosor.

Surge la pregunta: ¿ cómo se relacionan los principios de diseño con las propiedades físicas de las diversas aleaciones ? Si una aleación dada tiene un módulo relativamente alto de elasticidad, ¿ significa esto que el diseño puede alterarse ? La deformación varía inversamente con el módulo de elasticidad; si el módulo de elasticidad se dobla, la deformación elástica con una carga dada se reduce a la mitad. La mayor rigidez por unidad de grosor se realiza en las aleaciones con módulo de elasticidad aumentado, sin embargo debemos mantener siempre en la mente que la relación de la deformación elástica con el módulo de elasticidad es una relación de primer poder, mientras que con el grosor es una relación de tercer poder, cuando menos. Para realizar la misma deformación con una mitad del grosor del metal, necesitaríamos una aleación que poseyera el módulo de elasticidad cuando menos ocho veces mayor que la aleación de control. En general, los valores del módulo de elasticidad de las aleaciones de bases metálicas, son aproximadamente dos veces mayores que las aleaciones al alcance de metales preciosos, esto permitiría matemáticamente cuando mucho un 20 por 100 de cambio en el grosor; empero, el margen de seguridad entre la tensión permisible y la tensión nociva, puede reducirse en forma confiable sólo cuando se conocen las condiciones de servicio, lo digno de confianza que es el material y la tensión producida por la carga. Debido a que no pueden predecirse las fuerzas bucales y las tensiones resultantes, el aumento de la rigidez de las aleaciones no preciosas debería tomarse en este momento como un aumento del factor de seguridad de nuestro diseño, y no como algo que puede permitir cambios radicales en él.

Es evidente que desde el punto de vista mecánico-el saledizo tiene un riesgo mucho mayor de deflexión y por tanto debe usarse con precaución por razones tanto me

cánicas como biológicas. Si se utiliza un saledizo, se impone que el diseño de la subestructura lleve a un punto óptimo la rigidez. También es evidente que mecánicamente es más deseable diseñar la oclusión de modo que se coloquen un contacto o una carga mayores más cerca del soporte final o de los dientes que sirven como soportes. Biológicamente el diseño puede ser también deseable, porque las fuerzas se transmitirían más por el eje longitudinal de los dientes.

### 2.1.2 Diseño de superficie y terminado.

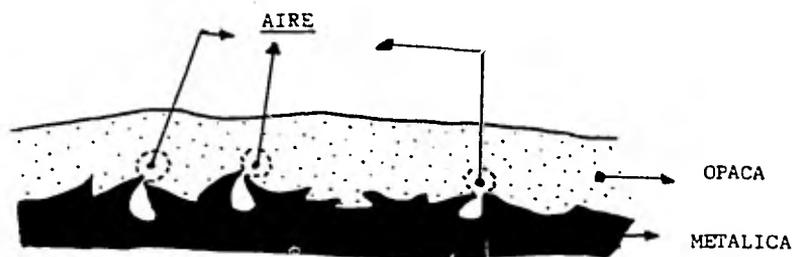
El éxito o el fracaso de la restauración ceramometálica es influido grandemente por el diseño, el terminado y el manejo de la superficie de la subestructura a la que se aplica la cerámica. La superficie debe ser diseñada para reducir al mínimo la concentración de la tensión que resulta por lo que los ingenieros llaman elevadores de la tensión. Un elevador de la tensión es alguna irregularidad local en la forma, como escotaduras agudas, ángulos, depresiones y pequeños orificios, tales irregularidades en el metal pueden dar por resultado alta intensidad local de la tensión que puede causar estiramiento del metal con falla resultante de la cerámica. A demás de la concentración de la tensión en el miembro metálico, las irregularidades de la subestructura crean elevadores de la tensión en la cerámica que, siendo un material quebradizo, constituye tal vez una consideración más grave, por lo que debemos diseñar y terminar subestructuras libres de orificios, ángulos afilados y depresiones. Si por alguna razón no puede evitarse un elevador de la tensión, debe tomarse en cuenta que el efecto deletéreo puede a veces mitigarse yuxtaponiendo irregularidades adicionales de igual naturaleza, por tanto, una escotadura o un seg--

mento raspado aislados tienen un efecto peor que muchos - elevadores de la tensión similares colocados cerca unos - de otros. Este hecho explica cómo ciertos sistemas que - incluyen aplicación de lechos de partículas de metal a la superficie que recibió la cerámica pueden tener éxito, a - pesar de la introducción aparente de elevadores de la ten sión.

Además de evitar los elevadores de la tensión, el metal debe terminarse de modo que se lleve al máximo su - capacidad de humidificación de la superficie y al mínimo - el potencial de atrapamiento de aire y contaminación. El problema es que todavía no se ha demostrado en forma defi - nitiva si esto se lleva a cabo mejor con una superficie - rugosa o con una lisa. La superficie rugosa tiene un po - tencial mayor de atrapamiento de aire y suciedad y sin em - bargo, cuando los ángulos de contacto son grandes como en los metales humidificados con porcelana fundida, la super - ficie rugosa es más fácil de humidificar. Debe investi - garse más para discernir cuál es la superficie de acabado óptimo.

Independientemente de si la superficie se hace ru - gosa o lisa, todo terminado debe llevarse a cabo con pie - dras no contaminantes, además, debe limarse en una sola - dirección, limar en muchas direcciones aumenta el peligro de formación de burbujas en la capa opaca, porque las cú - pides metálicas ~~microscópicas~~ están entrelazadas una en - otra con atrapamiento de aire en la superficie como resul - tado. Tal vez el riesgo más común en el terminado de su - bestructuras sea la limpieza inadecuada de la superficie, la prohibición subsecuente de manejar con los dedos y la contaminación. Las aleaciones varían respecto a los pro - cedimientos de limpieza óptimos y debe conocerse el méto -

do mejor para la aleación que se ha escogido.



Representación esquemática de la superficie metálica terminada por pulido en diferentes direcciones, en donde se nota el atrapamiento de aire en la superficie con la formación de burbujas resultante en la capa opaca.

do mejor para la aleación que se ha escogido.

## 2.2. La cerámica.

Las porcelanas dentales al alcance en la actualidad para restauraciones ceramometálicas muestran resistencia química, resistencia a la abrasión, propiedades ópticas excelentes y buena tolerancia tisular, empero, son quebradizas y virtualmente no tienen elasticidad, por lo que poseen resistencia relativamente deficiente al impacto, tensión y desgaste. Para lograr éxito con las restauraciones ceramometálicas en forma constante, deben comprenderse las resistencias y las debilidades del miembro de enchapado para reducir al mínimo la posibilidad de falla de la cerámica.

En general, las chapas de cerámica dental han evolucionado hasta vidrios con silicato de aluminio de baja temperatura de maduración.- Se suministran como polvos fragmentados que han simplificado grandemente el proceso de incrustación.

La demanda estética respecto a color y translucidez estables ha sido la fuerza principal en la creación de las chapas modernas. La porcelana sometida al fuego, de baja temperatura de maduración, incluye principalmente una fusión de partículas homogéneas profundidas, por tanto, los pigmentos para dar color agregados después de la operación inicial de fragmentación no necesitan someterse a altas temperaturas, ni ser atacados por el vidrio fundido, además, usando composiciones bastantes homogéneas, altas en feldespato, la transmisión de la luz se ha aumentado y así se ha logrado la translucidez. No obstante, las propiedades estéticas han mejorado en algunos casos a expensas de las propiedades mecánicas.

Hay numerosas causas posibles de microquebraduras. Una causa es incompatibilidad entre el coeficiente de expansión térmica de la subestructura metálica y el de la chapa de cerámica. Hoy en día debido a que las cerámicas son más compatibles con los metales, es posible cierto intercambio de la porcelana de un fabricante con el metal de otro. Sin embargo, con el número siempre creciente de aleaciones, deben conservarse precauciones respecto a los coeficientes de expansión, ya que el intercambio no es universal. Otra causa posible de microquebraduras es el calor generado cuando se pule y se ajusta la porcelana. El calor concentrado del pulimento puede causar microquebraduras, creando diferencias en la expansión en porciones diferentes de la porcelana, por consiguiente, debemos tratar de reducir al mínimo el calor al pulir cuando se ajusten restauraciones, ya que ésta es una causa sobre la que podemos tener cierto control. Debemos darnos cuenta de que los cambios en la superficie producidos por el pulido, aunque importantes, por la posible abrasión de dientes opuestos si no se alisan, no van tanto en detrimento de la resistencia como las microquebraduras que se forman

por excesiva generación de calor. Los ajustes superficiales sin nuevo glaseado, como refinamiento oclusal después de la cementación, pueden llevarse a cabo si se tiene cuidado de reducir al mínimo el calor y si se logra una superficie lisa, empero, tales ajustes pueden ir en detrimento si la restauración ha sido diseñada de modo que la superficie externa de pulido haya estado bajo compresión. La pérdida de tal superficie sometida previamente a la tensión llevaría a disminución de la resistencia.

Otros factores incluidos en la formación de microquebraduras son inevitables, como abrasión y corrosión, - que están presentes en el medio bucal. Como las microquebraduras son inevitables, debemos tratar de reforzar las cerámicas y, cuando sea posible, evitar las tensiones que propagarían las grietas.

Las tensiones más peligrosas respecto a falla de la cerámica son las producidas por carga estática, la carga cíclica o repetida no es tan dañina. Si la carga somete a la cerámica a un esfuerzo de tensión continuo, el posible efecto solvente de humedad de la boca aumenta grandemente. Esto causa un aumento en la longitud de la microquebradura, hasta que la tensión en la punta de la grieta exceda la resistencia del material.

Uno está bajo riesgo de falla por carga estática siempre que una restauración ceramometálica se coloca a la fuerza en su sitio. Un ajuste forzado aplica una tensión constante sobre la cerámica que, dados tiempo y humedad, puede fallar, incluso aunque la tensión generada esté por debajo de la fuerza de tensión mencionada para la porcelana que se utiliza. Las restauraciones ceramometálicas de

ben tener un llamado ajuste pasivo. Tal ajuste no forzado reduciría al mínimo el riesgo de que se forme carga estática sobre la cementación y por tanto, se demoran las fallas que se han observado en las combinaciones de cerámica y metal. Las fallas por carga estática pueden resultar también por incompatibilidad de coeficientes de expansión térmica si la incompatibilidad es tal que se sitúe a la cerámica bajo esfuerzo de tensión.

Aunque potencialmente nocivas, las pequeñas diferencias en coeficientes de expansión pueden emplearse para fortalecer la restauración, si la incompatibilidad es tal que la superficie de la cerámica se coloque bajo compresión, si la superficie está bajo continuo esfuerzo compresivo, cualquier fuerza debe sobrepasar o neutralizar el esfuerzo compresivo antes de q e puede aplicarse a la propagación de grietas. Cuando es posible, las restauraciones se diseñan de modo que la capa superficial de cerámica, como un glaseado, tenga un coeficiente ligeramente menor de expansión que la capa que queda por debajo. - Debido a que la capa superficial tiene un coeficiente más bajo, tiende menos a contraerse que la capa que está debajo de ella, empero, está ligada a la capa de abajo y por lo tanto, es comprimida. Otros métodos de someter previamente a esfuerzos las cerámicas para aumentar su resistencia, incluyen procesos químicos, como intercambio iónico.

Las técnicas como someter previamente a esfuerzos pueden mejorar la resistencia, pero debemos tener también la seguridad de que nuestra aplicación y nuestras técnicas de horneado sean tales que logremos los valores de resistencia inherente máximos de la cerámica que va a utilizarse en particular. El objetivo de nuestras técnicas debe ser la creación de un cuerpo denso de cerámica con po-

rosidad mínima. Las burbujas o los huecos en la cerámica disminuyen la resistencia y también la translucidez; las burbujas pueden resultar por atrapamiento de aire o de gases creados durante el proceso de horneado, la producción de burbujas puede reducirse al mínimo mediante horneado al vacío. Si se forma el vacío durante la fusión, los poros entre las partículas de cerámica reducirán su tamaño debido a que las fuerzas de tensión superficial que actúan durante la fusión encontrarán menos resistencia que si los poros contuvieran aire, además, si se quita el vacío en el punto máximo del horneado, la presión externa resultante comprimirá la cerámica y hará disminuir todavía más la porosidad interna.

En relación con los gases atrapados, debemos mantener en la mente las leyes básicas de difusión. La difusión de un gas depende de temperatura, distancia y tiempo. Mientras más alta sea la temperatura, más largo el tiempo de horneado y más corta la distancia a la superficie, mayor será la masa de gas que escapará. Como es crucial evitar la formación de burbujas en la capa opaca, la ley de difusión debe emplearse hasta su ventaja máxima cuando el horneado de esta primera capa crítica de cerámica se realice. Es peligroso alterar el ciclo de horneado recomendado por el fabricante, ya que la fusión adecuada depende tanto de la temperatura máxima como de la velocidad a la que se realice el horneado. Pero podemos disminuir seguramente la distancia a través de la cual el aire y el gas pueden difundirse horneando dos capas delgadas de cerámica opaca en lugar de una gruesa. Aunque constituye un paso más, la aplicación inicial de una capa delgada opaca ayuda a reducir al mínimo los huecos en la interfase de cerámica y metal, que es tal vez el área más crítica de la restauración.

### 2.3 La ligadura.

El estado de la ciencia respecto a la ligadura entre la chapa de cerámica y la subestructura metálica, se describe mejor en este momento como un estado de falta de certeza. A pesar de las numerosas investigaciones, la naturaleza exacta de la ligadura no ha sido definida. La controversia generada por los esfuerzos de investigación-conducidos principalmente en aleaciones de metales preciosos está compuesta por todo lo que se ignora de muchos de los sistemas metálicos básicos.

La adherencia entre la cerámica y el metal se han atribuido a fuerzas mecánicas de retención. Las fuerzas de Van der Waals contraen las fuerzas por incompatibilidad de coeficientes de expansión, y la ligadura química - por óxidos de ligadura. La mayoría de los investigadores está de acuerdo en que la adherencia es el resultado de una combinación de las fuerzas recién mencionadas, sin embargo, hay desacuerdo respecto a la importancia relativa de cada fuerza y en forma semejante respecto a las variables técnicas que posiblemente influyen la resistencia global de la ligadura. La investigación del terminado de superficie, la química de superficie y el empleo de los llamados agentes de ligadura es difícil de valorar y comparar. Un problema es que no hay un método universalmente aceptable para medir la resistencia de la ligadura, los resultados conflictivos de los valores de la resistencia de la ligadura mencionados por diferentes autores, empleando diferentes métodos de prueba y diferentes condiciones han causado, naturalmente, cierta confusión.

A pesar de la controversia, hay pruebas considera

bles de que los óxidos de ligadura de los oligoelementos- no preciosos que están presentes en las aleaciones de metales preciosos, desempeñan una función importante en el mecanismo de la ligadura, de tal modo, es importante que la oxidación adecuada de los vaciados se logre antes de hornear la opaca. El tiempo de horneado y la temperatura para la oxidación óptima, varía de aleación a aleación y ha sido establecido por investigación empírica de los diversos fabricantes. En el presente, si no se siguen las recomendaciones del fabricante, se arriesga obtener una capa de óxido insuficiente o demasiado gruesa y ambas cosas pueden afectar en forma adversa la resistencia de la ligadura.

Se necesita un gran número de investigaciones para poder lograr el cálculo con respecto a la resistencia de la ligadura. Hay muchas variables de tratamiento, numerosas aleaciones y poca estandarización respecto a las pruebas. A pesar de los problemas, los esfuerzos de los investigadores deben continuar de modo que las técnicas puedan volverse calculables por tener una base científica y no empírica.

#### 2.4 El futuro.

Aunque se esté llegando en cierto modo a una meta en el desarrollo de la restauración ceramometálica, ésta seguramente continuará evolucionando. Los análisis científicos de las combinaciones de metal y cerámica actuales deben continuarse. Necesitamos conocer mejor las reacciones químicas y físicas de los componentes. La investigación y la evolución deben seguir adelante en muchos frentes. En la búsqueda de excelencia son necesari-

rias técnicas mejoradas de cobertura, aleaciones y vaciado, así como cerámicas más fuertes y más adherentes. Además de esforzarnos en mejorar la restauración ceramometálica debemos también investigar posibles técnicas nuevas y nuevos materiales que puedan servir para la subestructura o para la chapa.

### 3. Enfoque racional de la preparación dental para las restauraciones ceramometálicas.

#### 3.1 Limitaciones impuestas por los materiales.

La fusión de la porcelana en el metal es un proceso que se ha creado tratando de proporcionar una restauración que incluya la estética de la cerámica y la resistencia del metal. No hay razón para emplear porcelana como material de restauración excepto cuando la estética sea de importancia primordial. La debilidad inherente a la porcelana bajo tensión y los sitios de desgaste son algunas de las limitaciones bastante graves acerca de su empleo. La estructura de metal que sirve de sostén se usa para obviar parcialmente estas limitaciones, la estructura debe ser lo suficientemente rígida para evitar la flexión, ya que si el marco se estira bajo las fuerzas ejercidas sobre él, la porcelana también se estirará, con resultados catastróficos. Estas necesidades establecen dos requisitos previos para el éxito estético y funcional de cualquier restauración de metal y cerámica, primero, el armazón debe tener un grosor ( o una masa ) adecuado para el metal dado, con objeto de que resista a la deformación; en segundo lugar, la porcelana debe manipularse para lograr su aspecto estético óptimo y esto requiere grosor suficiente. Un grupo de aleaciones grande y heterogéneo se ha creado para ligar cerámica. El metal debe elegirse por sus propiedades físicas adecuadas y no emplearse al azar. Los factores primarios deben ser módulo de elasticidad, resistencia al estiramiento, punto de fusión y resistencia a combarse, no obstante, una aleación típica con base de oro necesitará un forro de chapa de aproximadamente 0.4 a 0.5 mm para asegurar la resistencia a la deformación. Una aleación con base metálica no áurea de al

ta resistencia puede producir la misma estabilidad con - aproximadamente 0.2 mm de grosor.

En forma semejante, no debe pensarse en la cerámica como en una constante, los métodos diferentes de aplicación de la porcelana, las propiedades ópticas de las diversas porcelanas opacas y el cuerpo, así como el valor y la escala cromática del tono seleccionado producirán variables en el establecimiento del grosor mínimo. Un grosor típico para la opaca es de 0.2 mm y para la porcelana del cuerpo de 0.7 mm, la suma de los grosores del metal y de la cerámica se aproxima a 1.4 mm cuando se emplea una aleación basada en oro y de 1.2 mm cuando se usa una aleación no áurea adecuadamente resistente.

### 3.2 Limitaciones impuestas por las demandas fisiológicas.

Un objetivo razonable es colocar una restauración que tenga una masa no mayor que la de la estructura dental que ocupó originalmente el espacio. Si creemos en la premisa: que el sobrecontorno predispone a enfermedad tisular, entonces un objetivo primordial será evitar el sobrecontorno. El diente debe reducirse según sea la masa que va a retornar mediante la restauración.

La salud tisular debe establecerse antes de los procedimientos de preparación y conservarse durante los procesos de preparación, cobertura provisional y colocación final de la restauración completa. Una excepción la constituye el paciente que necesita preparaciones preliminares y colocación de restauraciones provisionales para facilitar el cuidado periodóntico, incluso entonces, los-

bordes no se terminan hasta que se logre la salud tisular absoluta. Los pacientes que presentan grandes erosiones cervicales y áreas de caries, dientes quebrados u otras situaciones que manifiesten hipocontornos notables durante un largo período hacen difícil la restauración a contorno normal así como el estado favorable de la salud gingival.

También debe tenerse en cuenta la anatomía pulpar, pero ésta puede valorarse sólo en forma parcial radiográficamente. Cuando es obvio que la dimensión mesiodistal de la pulpa no puede permitir la reducción adecuada, debe tomarse en cuenta hasta cierto punto el seguir adelante - en la preparación del diente, tomando en cuenta alternativas de la restauración ceramometálica o anticipando la terapéutica endodóntica.

### 3.2.1 Consideraciones respecto al diseño del borde gingival.

La forma en que la restauración establece contacto marginal con el diente ha sido tema de muchas discusiones. Hay sólo unas cuantas maneras básicas en las que puede crearse un margen cervical. El primer requisito de la preparación dental es quitar todas las convexidades de la corona hasta el margen, si sólo se hace esto, el margen terminado resultará con un borde como pluma o como cu-chillo, tal terminado marginal tiene poco de recomendable porque le falta resistencia, es difícil de colocar en un molde y predispone al sobrecontorno, empero, algunas situaciones no permitirán otra línea de terminado. La preparación de áreas de bifurcación con cavidades radiculares y otras áreas en las que el diente diverge rápidamente.

te del área de preparación resultarán en un borde en pluma aceptable, dejarán socavados o estructuras dentales - sin sostén o harán necesario entrar a la pulpa. El borde en pluma está especialmente contraindicado para un margen ceramometálico. Los hipercontornos resultarán siempre - que se intente colocar dos materiales de restauración en el espacio dejado por la extirpación de una pequeña cantidad de estructura dental.

La investigación ha demostrado que el vaciado nunca obtiene un sellado completo con el diente. Un poco de atención a la geometría del cierre marginal revelará hechos importantes. Si la restauración está en ángulos rectos con la pared externa creando una saliente, el margen estará siempre abierto en el mismo grado en que el molde falla para quedar bien oclusalmente. Esta abertura horizontal permanece igual independientemente del grado del ajuste incompleto, está cerrado (el molde ajusta en forma completa) o está abierto ( el molde no llega a ajustar en grado alguno).

Si se prepara un margen que cierre con un ángulo de salida de  $45^\circ$  en vez de en ángulo recto, entonces puede verse que la distancia horizontal entre el molde y el margen está disminuida en un grado proporcional a la extensión del ajuste a lo largo del bisel. El molde ya no es corto (verticalmente) pero está menos abierto (horizontalmente). Si ese mismo bisel se aumentara a  $60^\circ$  entonces resultaría el mismo grado de abertura vertical con una discrepancia horizontal incluso menor. La aplicación clínica del principio del bisel para reducir las consecuencias de un margen abierto es la colocación de un bisel entre  $45$  y  $60^\circ$ .

El ángulo externo debe crearse con una línea de terminado en chaflán. De hecho, si un margen en chaflán no cierra con un bisel de 45 a 60° sino con un ángulo de 90°, debe clasificarse como unión apuntalada, independientemente de su configuración externa. Es difícil en la clínica colocar un margen en chaflán que tenga un ángulo de salida - aceptable, porque esto demanda que sólo un tercio del instrumento cortante rotorio se coloque en el diente. Esto también hace necesario un instrumento grande, generalmente una punta de diamante, para producir un corte con la profundidad suficiente y que conserve todavía una forma - aceptable. Si la piedra se coloca hasta la mitad de su diámetro mayor, resulta un margen de 90° (apuntalado). - Para evitar las dificultades con el empleo de una piedra grande, suele emplearse un instrumento más pequeño, este instrumento debe colocarse hasta pasar su diámetro mayor y puede resultar un alabiado totalmente inaceptable, con lo que se hace necesario la formación de bisel y volver a preparar.

El margen en chaflán debe prepararse para proporcionar la reducción adecuada para la colocación fisiológica de restauraciones ceramometálicas, al mismo tiempo que se crea un ángulo de cierre satisfactorio, no obstante, - se ha demostrado que el margen en chaflán no proporciona estabilidad metálica suficiente durante los ciclos de horneado, a los que debe someterse la restauración de metal y cerámica. Esta distorsión, por escurrimiento que hace que el metal se deslice, surge por la expansión y la contracción repetidas del calentamiento y enfriamiento y por las tensiones producidas por los coeficientes desiguales de expansión térmica, entre la estructura metálica y la cerámica. El deslizamiento parece ser un factor que acompaña más a menudo las aleaciones con grados bajos de fusión y bajos módulos de elasticidad, es decir, las alea-

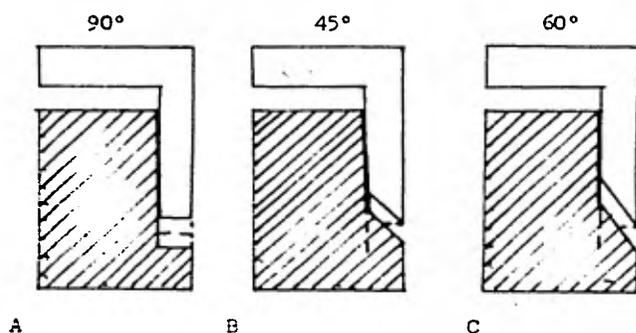
ciones basadas en oro.

El apuntalamiento interno proporcionado por el - margen en saliente disminuye la distorción del margen y - proporciona una unidad mayor entre el margen del vaciado - y el de la unidad terminada. Muy bien puede ser que en - un margen en chaflán sea adecuado para algunas aleaciones no áureas mejorando sus propiedades físicas, empero no hay nada que sirva para mitigar el empleo de la saliente para soporte interno de cualquier metal. Para proporcionar ma - sa interna al mismo tiempo que se dá un ángulo de cierre - aceptable, el margen de elección, cuando lo permitan así - otros factores, es el margen en saliente biselado en to - das las áreas en que se planea aplicar enchapado de cerá - mica. En las áreas en que no va a emplearse la chapa, co - mo en el lado gingivolingual, se recomienda el chaflán bi - selado.

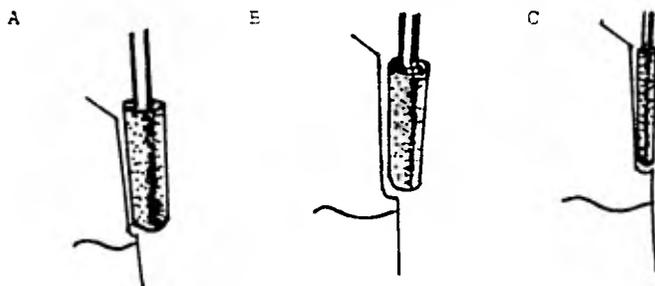
### 3.2.2 Colocación del margen.

Surge entonces la cuestión de a dónde pertenece - el margen. Hay dos alternativas aparentes, subgingival y supragingival.

En primer lugar el margen supragingival no viola - el complejo gingival, esto es especialmente importante en áreas en donde hay una zona inadecuada de la encía fija.- Si un área con zona mínima de fijación tuviera que suje - tarse a los procedimientos traumáticos que se esperan de - la fabricación de una corona, la probabilidad de secuelas posoperatorias indeseables aumenta grandemente. Estas se - cuelas pueden incluir pérdida de la fijación restante, in

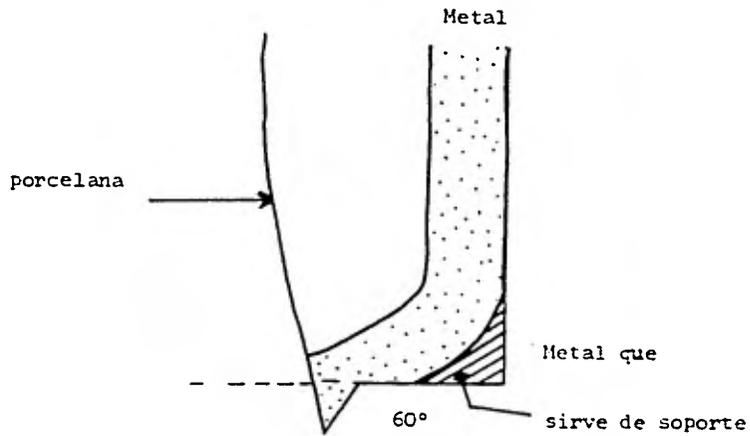


A. Margen en saliente. El grado en el que la corona no ajusta será siempre igual al grado en que los márgenes gingivales son cortos. La abertura horizontal se extiende completamente hasta la pared pulpar-axial con cualquier grado de ajuste incompleto. B. Bisel de 45°. La distancia horizontal entre el vaciado y la preparación (b) es proporcional a la extensión del ajuste y disminuye progresivamente a medida que el vaciado se ajusta más. C. Bisel de 60°. El cierre (c) horizontal es más completo.



A. Margen en chafán con ángulo de cierre aceptable, puede ser preparado si el instrumento se inserta a no más de un tercio de su diámetro mayor. B. Cuando la piedra se coloca has

ta la mitad de su diámetro mayor resulta un margen en puntal.  
C. Si se coloca la piedra pasando su diámetro mayor puede dar  
por resultado un alabiado.



Efecto de soporte interno del margen de  
saliente.

inflamación crónica, formación posible de absceso periodóntico, inducción de hendiduras gingivales y de dehiscencia ósea.

En segundo lugar, el margen supragingival es más-fácil de preparar, no hay dificultad para introducir el -instrumento adecuado al sitio de preparación del margen y tampoco la hay para valorar lo adecuado de la preparación.

El tercer lugar, los procedimientos de impresión-no presentan problema alguno cuando los márgenes son su--pragingivales.

Por último, la valoración clínica del vaciado ter-minado es más fácil y posible cuando los márgenes son su--pragingivales.

Hay cinco circunstancias clásicas que prohíben la colocación del margen por encima de la cresta gingival:

1. Caries por debajo del margen libre de la encía.
2. Presencia de restauraciones anteriores que necesitan atención apical en la hendidura hasta encontrar -estructura dental sana.
3. Sensibilidad cemental recalcitrante en el dien-te que va a prepararse.
4. Masa dental inadecuada para proporcionar ten--sión suficiente sin colocación de más margen apical.

5. Demandas cosméticas del paciente (o del dentista).

Quando el margen de la corona se coloca subgingivalmente, surge otra cuestión respecto a la profundidad del surco de la preparación, es decir, ligeramente por debajo del margen de la encía, a la mitad o en la base del seguro gingival. Existen muchas opiniones respecto a dón de debe terminar el margen subgingival de la corona, empero, hay un punto de referencia del tejido bucal que limita la preparación subgingival. La unión gingivodental no debe excederse al hacer la preparación dental, si excede esta unión, la fijación epitelial se lesiona y el margen de la corona subsecuente chocará contra la fijación, creando así un agente destructor del tejido marginal. La sobrepresión es uno de los más graves factores yatrogénicos en la reacción tisular patológica a la corona completa.

La colocación de un margen subgingival es el aspecto más crítico de los procedimientos de preparación dental. La primera consideración es probar la profundidad exacta del surco gingival. Para evitar daño permanente subsecuente al aparato de fijación en la preparación de un diente, son esenciales la visión y el acceso. El establecimiento de control para visión y acceso puede lograrse mediante el uso sensato de la electrocirugía. Esde primordial importancia el hecho de que la base del surco se precise antes y la preparación del diente se establezca en relación con este punto. Esta intervención elimina el problema de sobrepresión inadvertida, con el daño subsecuente a la fijación epitelial.

### 3.3 Alternativas de la saliente biselada.

La detracción mayor de la aceptación y el uso común de la línea de biselado ha sido la necesidad de extender un collar metálico. Si la extensión metálica no agrada estéticamente, entonces este collar se ha colocado en el espacio subgingival. Desgraciadamente, muchos pacientes, aquellos con tejidos gingivales sanos y márgenes bien ajustados, pueden aún despreciar el éxito cosmético-aceptable, ya que las encías pueden ser lo suficientemente translúcidas para revelar el metal que queda por debajo. Esto es especialmente válido en las líneas labiales-altas, que revelan los dientes superiores prominentes que son labiales a la masa del albergue alveolar, esta situación se acompaña de tejidos delgados, a menudo friables, que generalmente son translúcidos. A menudo se trata de cubrir esta zona biselada con porcelana y de disimular la extensión de metal, con resultados desastrosos. Tales restauraciones deben ser sobre contorneadas y la porcelana es de calidad deficiente, la porcelana tiende a tirarse hacia la masa durante el horneado, dejando una superficie porosa que constituye un sitio ideal para el desarrollo de microorganismos. Muchas veces la porcelana que se coloca en el margen realmente se extiende hacia adentro, sin que se sepa, actuando por tanto como un impedimento para el ajuste apropiado del vaciado. En la situación descrita, la preparación debe modificarse para conformarla tanto como sea posible a los parámetros fisiológicos establecidos y sin embargo que sea tan estética como se pueda.

Pueden tomarse en consideración dos alternativas de la saliente biselada. La primera es preparar al diente y después colocar la saliente exactamente por debajo -

de la cresta gingival, en vez de colocar el bisel en esta saliente, la saliente se trata con instrumento de mano - con un bisel de doble ángulo para alterar el ángulo de la saliente de 90° y obtener una saliente inclinada con un - bisel de 45°. Proximalmente el chaflán se bisela como se propuso al principio, pero el bisel se extiende exactamente hasta pasar la unión inicial de saliente y chaflán. - El vaciado se diseña con una cinta metálica externa y estrecha que escasamente podrá discernirse, esto permite - una masa adecuada de porcelana sin sobrecontorno.

Una segunda concesión a la estética es el empleo de un margen labial todo de porcelana, que tiene más demandas técnicas y algunas limitaciones de resistencia. - El margen se prepara como una saliente típica y nuevamente se bisela sólo hasta la confluencia del chaflán y la saliente, la copia se vacía sin metal sobre la saliente y, empleando hoja de platino como matriz, usando un colorante de cerámica, se restaura completamente con porcelana.- Este progreso técnico consume más tiempo y debe reservarse para situaciones en las que hay demandas poco comunes.

Cuando se ha establecido el margen, la preparación debe revisarse para asegurar que la línea de terminado sea continua, que la preparación esté razonablemente lisa y libre de socavados y que no haya ángulos agudos en la línea externa. Los ángulos agudos de la línea externa pueden causar dificultades en los procedimientos de impresión y coloración. Las inexactitudes de coloración - pueden resultar por abrasión durante procedimientos subsecuentes.

Cuando se toman en consideración todos los requi-

sitos biológicos y físicos de la preparación dental y la preparación se enfoca como un concepto y no simplemente como una técnica, es posible proporcionar el fundamento para la forma estética deseable, crear resistencia compatible con la función y preservar el aparato de fijación del diente de sostén. Cuando el éxito se mide por la preservación de los tejidos de sostén gingival, óseo y dental, no sólo por la longevidad del enchapado o del vacío, se sirve mejor al paciente.

#### 4. Diseño del armazón en restauraciones ceramometálicas.

Los principios de la ingeniería mecánica rigen el diseño básico de la mayor parte de las restauraciones dentales. Las consideraciones específicas para restauraciones ceramometálicas incluyen: 1) conceptos de fuerzas de tensión y compresión; 2) rigidez del soporte; 3) coeficiente de expansión térmica (aleación y diseño); 4) biocompatibilidad con la vitalidad del diente y el periodonto; 5) estética, forma y función, y 6) facilidad para conservar la higiene bucal.

##### 4.1 Conceptos de fuerza de tensión y de compresión..

La porcelana dental, esencialmente un vidrio, acepta altos valores de fuerza de compresión, pero se agrieta fácilmente bajo fuerza de tensión (deformación). Los diseños de la estructura de metal que sirve de soporte deben proporcionar una capa uniforme para el enchapado de porcelana. Con un diseño tal, las fuerzas funcionales y no funcionales del diente comprimirán la porcelana y no permitirán que se doble bajo fuerzas de desgaste. El diseño apropiado evita también los ángulos agudos de línea para reducir la posibilidad de puntos de tensión subyacentes cuando se apliquen fuerzas externas.

##### Rigidez del soporte.

La porcelana dental es relativamente no combable en las dimensiones usadas en odontología. La rigidez de la estructura metálica rige los criterios de diseño. La-

metalurgia es controlada esencialmente por cada fabricante en particular. Empero, un deber del laboratorio es evitar la contaminación de los metales para conservar una aleación equilibrada. Otro peligro común es la destrucción de la aleación mediante procedimientos de fundido no controlados. Las máquinas de vaciado con fusión eléctrica, se recomiendan ampliamente para la fusión exacta de cualquier aleación dental y la conservación de todos los elementos en ella. Los criterios sugeridos para el diseño de unidades individuales y múltiples para conservar la rigidez se basan en la conservación de la integridad marginal y del mecanismo de soporte para la porcelana.

#### Coefficiente de expansión térmica.

La aplicación de la porcelana dental a las estructuras de metal que sirven de soporte requiere compatibilidad de coeficientes de expansión térmica de ambos materiales. Un coeficiente de expansión equilibrado se logra por los componentes químicos de la porcelana y el metal.- Es evidente una ligera incompatibilidad para colocar la porcelana en la interfase metal-porcelana bajo compresión.

Aleación y diseño. La ligera compresión de la porcelana en la interfase metálica gradualmente disminuye a medida que aumenta el grosor de la porcelana y en realidad puede crear fuerzas de tensión en la superficie de la porcelana. El grosor óptimo de la porcelana para la aplicación clínica no se ha establecido hasta el momento. Parece que una capa delgada de porcelana es más fuerte que las capas de porcelana que exceden de 1.5 a 2.0 mm, ésta última tiene más posibilidades de tener más grietas de tensión que dan lugar a fracturas. Es aconsejable tener-

un gradiente de fuerzas de compresión sucesivas, es decir, capas opacas, gingival y glaseada, cada una con un coeficiente de expansión térmica ligeramente menor. Al enfriarse, todas las capas están bajo compresión de la superficie externa a la interfase ceramometálica, creándose así un emparedado de vidrio por cohesión.

Las características de la superficie de la porcelana contribuyen significativamente para el éxito o el fracaso de las chapas. Las microgrietas y las grietas pequeñas, fácilmente inician fractura de la porcelana cuando se aplican fuerzas menores que las normales.

#### 4.2 Diseño de unidades únicas.

El diseño metálico para una unidad única (bóveda) debe proporcionar: sello del soporte, collar de refuerzo, saliente de apuntalamiento y resistencia al desgaste.

a. Sello del soporte. La función primaria del diseño metálico es sellar la restauración a la forma del diente preparado. El sello del soporte óptimo necesita atención meticulosa a todos los procedimientos, incluyendo la forma de la preparación dental, la fabricación del colorante, la manipulación de la cera, el procedimiento de cobertura, el método de vaciado y el terminado del vaciado. La dureza de la aleación ceramometálica, prohíbe el pulido de las zonas marginales.

b. Collar de refuerzo. La primera función del collar es reforzar la forma marginal del modelo en cera a -

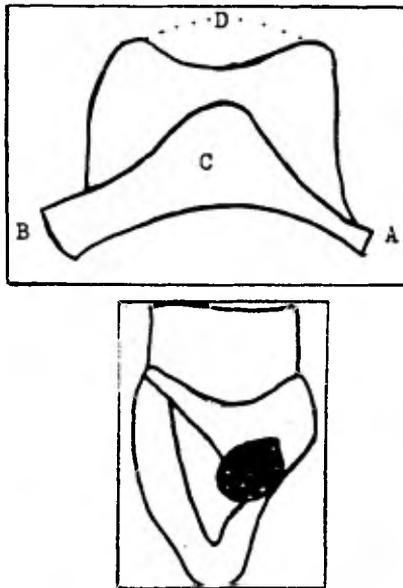
través de todos los procedimientos de laboratorio. Un análogo simple es el borde enrollado de los vasos de papel. Una preparación redondeada en saliente o chaflán aumenta el bisel largo y el collar de refuerzo conserva su función primaria de integridad marginal.

c. Saliente de apuntalamiento. La copia metálica normalmente necesita más rigidez que la que es proporcionada por el collar de refuerzo. Proximal o lingualmente el collar se aumenta en forma vertical hasta constituir una saliente de apuntalamiento y aumentar la rigidez del vaciado.

Se diseña una continuación de la saliente proximalmente con un poste vertical para resistir a la presión en dirección de su longitud y proporcionar soporte a los bordes marginales. Asimismo, el diseño marginal tiene como objeto la función o preparación conservadora del diente en el lado proximal. Cosméticamente es más deseable hacer rígido el vaciado proximalmente. Este diseño específico de la copia es biocompatible con los tejidos interproximales y facilita el acceso para la higiene bucal.

d. Resistencia al desgaste. Los conos metálicos que soportan la porcelana oclusal posterior proporcionan la importante función de resistir los vectores de fuerza verticales y laterales. Según se ha declarado, el principio de compresión y no el de tensión brinda resistencia estructural a la restauración. Además, dar una capa uniforme de porcelana capacita al ceramista para controlar mejor la calidad óptica y reducir al mínimo las grietas por tensión. Principios semejantes de diseño del metal sirven para soportar una placa de porcelana incisal. Es-

Componentes de estructura metálica de soporte: A, collar de refuerzo. B, saliente de apuntalamiento. C, poste o puntal proximal. D, Resistencia al desgaste.



Corona anterior con área punteada que indica la colocación del conector. Nótese la accesibilidad para higiene gingival al conector.

ta porcelana incisal con soporte no debe exceder de 1.0 a - 1.5 mm de grosor.

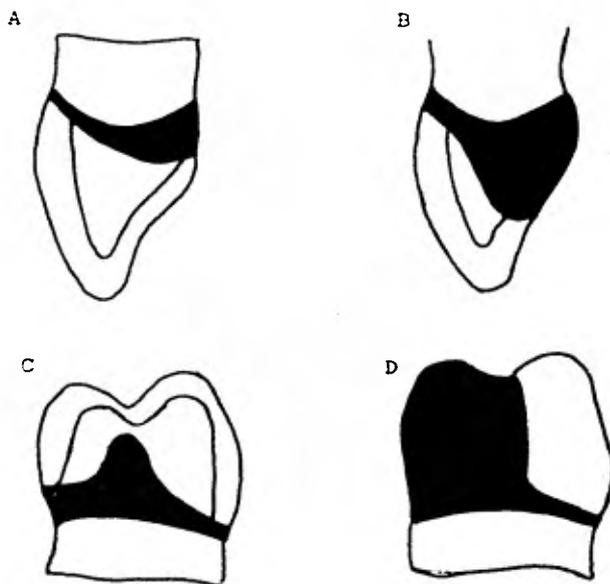
Variación del diseño. Las alteraciones del diseño deben incorporar los principios mencionados antes. La modificación del aspecto externo generalmente se hace - mientras el soporte interno conserva una forma constante.

Preparación del metal. Una parte importante del diseño metálico es la preparación cuidadosa de la forma, - el tamaño, y el acabado de las porciones del armazón que no recibirán porcelana. La forma anatómica final empieza en el margen con el perfil de surgimiento del collar de - refuerzo y continúa suavemente hasta el metal y la porcelana contiguos.

Las porciones expuestas del metal se terminan has ta su dimensión final y se alisan con una rueda de caucho. La intervención común de contorneado del metal después - del horneado de la porcelana, da por resultado una exposi ción de la porcelana opaca en la interfase ceramometálica e interrumpen el margen metálico. El terminado de los - márgenes metálicos antes del horneado de la porcelana capacita al operador para trabajar la aleación en su estado más maleable antes de que tome lugar el endurecimiento - por calor durante el horneado de la porcelana.

#### 4.3 Diseño de unidades múltiples conectadas.

Los principios de diseño expuestos antes para uni dades únicas se aplican también a prótesis de unidades -



A. Corona ceramometálica de un diente anterior con di-  
seño de saliente de apuntalamiento mínima. B. Lo mismo que  
en A, excepto que se nota más metal externo en los lados lin-  
gual y proximal. C. Corona ceramometálica en un diente pos-  
terior con diseño de saliente de apuntalamiento mínima.  
D. Cro oclusal. Nótese el soporte metálico para la cúspide  
lucal de porcelana

múltiples (férulas): 1) incorporación de compresión y no de tensión siempre que sea posible; 2) resistencia estructural rígida por diseño y no por masa de metal indiscriminada; 3) capa uniforme de porcelana; 4) tomar en cuenta la estética; 5) preparación conservadora del diente en los lados lingual y proximal, y 6) acceso para higiene bucal..

Soportes anteriores. La modificación principal para las unidades múltiples es el diseño y la localización del soporte óseo proximal. Para soportes anteriores la conexión de metal se coloca lingualmente, tan lejos como lo permitan la forma y la función. La tercera dimensión de profundidad que se va a esculpir se obtiene por consiguiente a partir del lado labial. El diseño de caballete expone los conectores metálicos y facilita así los procedimientos subsecuentes de la soldadura.

Soportes posteriores. El diseño conector para soportes posteriores es esencialmente el mismo que en las unidades únicas. Los agrandamientos del poste proximal frecuentemente son esenciales para producir el diseño encaballete. Cuando el espacio interproximal no es suficiente pueden usarse las oclusales de oro o se continúa el poste hasta el borde marginal para proporcionar suficiente grosor vertical del conector y permitir el acceso para la conservación del espacio interdental.

#### 4.3.1 Pónticos.

Anterior. La forma básica debe ser la misma que la del soporte anterior, excepto por la superficie infe--

rior que se relaciona con el borde residual.

El diagnóstico adecuado de las áreas de borde residual frecuentemente revela la necesidad de mejoramiento quirúrgico para facilitar la higiene bucal y mejorar las demandas estéticas. Es aconsejable alterar el borde convexo para tener un diseño de pónico convexo. La cirugía se combina mejor con fabricación de restauraciones provisionales o durante la inserción de la prótesis final. Es imperativa una profundidad adecuada del tejido blando. Después de que el pónico se adapta al borde en su forma correcta, debe alisarse apropiadamente para evitar la formación de placa y permitir la limpieza a fondo.

Posterior. Los pónicos posteriores presentan la misma forma y diseño que los soportes posteriores con excepción de la superficie inferior que se relaciona con el área residual del borde. Una variación, el diseño de pónico sanitario, es para proporcionar acceso adicional para higiene bucal cuando la estética no es un factor. El diseño de borde modificado de traslado o recubrimiento tiende por sí mismo a mejorar la estética.

El diseño en caballete es aconsejable para conectar pónicos. El contacto del borde puede ser una porcelana o metal o una combinación de ambas, según lo permitan los requisitos de resistencia e higiene. Cuando hay distancia interproximal suficiente, se usan oclusales de oro o se extiende el puntal interproximal hasta formar un borde marginal metálico. A medida que se agregan pónicos adicionales adyacentes, las conexiones también se agrandan para añadir rigidez al armazón. Exponer clínicamente el armazón de metal entre los pónicos por medio de

una delgada separación a través de la porcelana, individualiza el aspecto del pónico.

#### 4.4 Ley de Vigas.

La ley de Vigas es básica para diseñar conectores y pónicos.

1. Para alteraciones en la altura, la deflexión es inversamente proporcional al cubo del cambio; por consiguiente, si se dobla la altura del conector se aumenta su resistencia por un factor 8.

2. La deflexión es inversamente proporcional al cambio de anchura. Doblar la anchura de un conector dobla la resistencia.

3. Para cambios en la longitud de las VIGAS la deflexión aumenta como el cubo del aumento, por lo tanto, doblar la longitud de un tramo permite ocho veces tanta deflexión para una fuerza dada.

Si se usan estas leyes mecánicas de ingeniería, las prioridades para aumentar la rigidez son: aumentar la altura vertical y aumentar la anchura. Como la longitud de un puente está determinada por el número de unidades que se utilizan, puede estar indicado un metal más rígido para tramos más largos.

#### 4.5 Control de la porosidad metálica en púnticos.

Bajo ciertas condiciones inadecuadas de moldeado, temperatura de molde y vaciado metálico, tiempo de vaciado y presión se pueden observar porosidades y huecos que son la causa de que se quiebren los conectores vaciados. - El problema está en proporción directa con el tamaño y el número de los púnticos incluidos en la prótesis. Se necesitan grandes cantidades de metal residual fundido para abastecer formas de púnticos grandes durante el estado de enfriamiento. Cuando la velocidad de enfriamiento del molde es demasiado rápida, los reservorios no son capaces de abastecer metal para compensar el factor de contracción. Un impedimento es el uso de vertederos calientes o troneras de enfriamiento que aumentan la velocidad con la que se enfrían los púnticos y también sirven como troneras para el gas cuando el metal caliente entra en el molde.

#### 4.6 Conectores.

Los conectores metálicos pueden ser vaciados, pre-soldados, postsoldados o engranados.

a. Conectores vaciados. Los conectores vaciados se usan comúnmente debido a las dificultades para soldar ceramometálicas.

##### Ventajas.

1. Los conectores pueden calcularse tan fuertes -

como el metal empleado.

2. La exactitud puede controlarse.

3. El tiempo de construcción se reduce porque se elimina la soldadura.

Desventajas.

1. El modelo maestro debe ser extremadamente exacto, con troqueles estables.

2. Es más fácil producir porosidad en púnticos - múltiples.

3. Es más difícil precisar la exactitud de ajuste de cada soporte en la boca.

b. Conectores presoldados. Las unidades de metal individuales se revisan respecto a su exactitud en la boca y después de hacer un índice de cálculo de las unidades comprendidas para soldadura.

Ventajas.

1. El control de calidad del ajuste de las unidades individuales.

Desventajas.

1. El alto punto de fusión de la soldadura es difícil de manejar y se acerca al punto de fusión del metal

madre.

2. Los procedimientos repetitivos pueden crear - errores diminutos al conectar las unidades.

c. Conectores postsoldados. Se revisan las unidades ceramometálicas terminadas individuales en la boca y se hace referencia a ellas mediante un índice de cálculo para soldadura. La soldadura es normalmente una soldadura de oro regular de bajo punto de fusión.

#### Ventajas.

1. Conocimiento preciso del ajuste de las unidades terminadas.

2. El procedimiento de soldadura es relativamente simple y calculable.

3. Se conserva el efecto esculpido de las unidades individuales.

#### Desventajas.

1. La porcelana no puede alterarse horneando después de que las unidades han sido soldadas sin desbaratar la férula o el puente fijo.

2. El diseño del armazón metálico debe anticipar la postsoldadura para acceso al metal madre.

d. Conectores engranados. Sirven para conectar so

portes individuales o secciones, para corregir diferencias en la alineación de los dientes y para facilitar la cementación. Aunque los engranajes no son tan rígidos como los conectores soldados o vaciados, son deseables para situaciones seleccionadas. Los componentes hembra y macho pueden prefabricarse en metal o formarse a partir de metal vaciado por fresado o moldeado.

En restauraciones de todo el arco no es aconsejable hacer férulas ceramometálicas en una pieza. Las fuerzas contráctiles de la porcelana durante la fase de horneado tienden a distorsionar el armazón. Durante la cementación final los errores en el ajuste completo se amplían, por lo tanto, los engranajes se usan para conectar la sección anterior a una o más secciones posteriores.

## 5. El arte esculpido de la cerámica dental.

Simular las características de la dentición natural es definitivamente una forma de arte. Para ser un maestro en cerámica se requiere control completo de los gradientes de color, forma del diente y densidad del material. Esto puede lograrse mediante la aplicación controlada de polvos de cerámica húmedos.

### 5.1 Métodos de aplicación y condensación.

Se emplean comúnmente tres métodos para condensar los polvos de cerámica húmedos:

5.1.1 Vibración. Es el método más antiguo de condensación de la porcelana, no se prefiere particularmente a la aplicación con cepillo o espátula. La vibración se necesitaba con la aplicación de los polvos de porcelana horneada al aire que eran burdos y el exceso de agua en los granos de polvo tenía que retirarse. Frotar un instrumento aserrado a través del articulador, o dar golpecitos a los vaciados en la superficie de la banca, llevaba el agua atrapada a la superficie del polvo. El exceso de agua se quitaba secando con una tela. Las partículas de porcelana quedaban en estrecha proximidad, aumentando la densidad de la masa de porcelana. La vibración ya no es necesaria debido a los refinamientos en los polvos de porcelana actualmente al alcance. Los vidrios de cerámica de hoy en día, son una mezcla de varios tamaños de granos formada por el proceso de fritura. Esta combinación de diversos tamaños de los granos crea un material extremadamente homogéneo. Pocas porcelanas contienen sistemas de llenado-

res o de un solo tipo de grano, por lo tanto, meramente - por aplicación y modelado del material hasta la forma anatómica deseada puede lograrse el máximo de condensación.

5.1.2 Acción capilar. Comúnmente se relaciona con el empleo de la técnica de aplicación con cepillo. El material se adhiere al cepillo de pelo de marta, rígido y húmedo y es agregado a la matriz de platino preparada o a la subestructura metálica. Se conserva una tela en el lado opuesto al de la porcelana aplicada para absorber el exceso de agua. La condensación se logra porque el agua va desde la superficie de la porcelana a través del cuerpo principal del polvo de cerámica hasta el tejido absorbente. A medida que el agua va pasando a la tela, las partículas más pequeñas de la porcelana son atraídas a los granos más grandes, aumentando así la densidad de la masa.

Con la aplicación mediante cepillo es conveniente agregar un gran volumen de agua al polvo, en la plancha de mezclado. El polvo debe estar lo suficientemente húmedo, de modo que su masa sea blanda, lo que permite que se adhiera fácilmente al cepillo de pelo de marta. Debido a su gran cantidad de humedad, se pierde mucho tiempo en quitar ese exceso de humedad con una tela, también es difícil controlar la porcelana con esa consistencia extremadamente húmeda. Con el sistema de cepillo la utilización de un contenido de agua más alto hace necesario el uso frecuente de la tela para evitar que se corra la porcelana. La tela tiene la tendencia a absorber un alto volumen de granos finos del polvo que llevan los colorantes del polvo de dentina, lo que deja a la restauración con un gran volumen de grano grueso. El número de los espacios aéreos entre las partículas crea falta de densidad,-

lo que quita a los vidrios de dentina y esmalte su vitalidad y sus características de absorción de la luz.

5.1.3 Técnica de aplicación con la espátula. Esta técnica se está volviendo el método más popular mediante el cual se aplica y se condensa la porcelana. No se presta realmente atención al proceso de condensación del polvo. En oposición a la aplicación con cepillo, este método permite que el polvo mezclado en la plancha de trabajo, tenga una consistencia mucho más seca. Debido a la rigidez de la espátula, el material puede tomarse fácilmente, incluso aunque tenga un volumen menor de agua. La restauración puede modelarse más rápidamente debido a aumento de la facilidad de manejo y a la eliminación de secar excesivamente con tela.

## 5.2 Esculpido de una corona individual anterior.

### 5.2.1 Aplicación de dentina.

Se empieza llevando polvo de dentina húmedo desde la plancha de mezcla en la punta de un instrumento flexible y agregando el polvo alrededor del margen gingival y dentro del área interproximal. Dependiendo de la selección del tono, puede usarse una dentina más saturada de color para mejorar la tonalidad cervical. Se coloca el pulgar en la plancha incisal de la copia, se toman pequeñas cantidades de polvo de dentina húmedo de la plancha mezcladora con la punta de la espátula. Para conservar el control de la pieza de trabajo es importante trabajar con pequeñas cantidades de polvo. La pequeña cantidad se coloca entre el pulgar y la placa incisal de la copia.

El movimiento de envoltura utilizado con la espátula la flexible es un movimiento constante de aplanado, y enderezado hacia atrás, como si se planchara. Es importante que se aplique presión delicada pero firme, para comprimir la porcelana a medida que se añade. El cuerpo de la pieza de trabajo se continúa tomando pequeñas cantidades de polvo de dentina y agregándolas al vacío entre el pulgar y la placa incisal de la corona, de contacto mesial a distal, hasta que se llene. La porcelana se moldea desde la superficie labial de la corona hasta la gingival. El instrumento se usa en un movimiento de aplanado como dando palmadas alrededor del margen gingival para alisar y dar forma a esta zona de la corona. Una vez que se ha logrado el llenado apropiado de contorno puede quitarse el pulgar usando la superficie plana del instrumento para hacer presión contra el borde incisal de la corona. Primero se quita el instrumento, entonces puede retirarse fácilmente el pulgar sin tirar de la aplicación labial del polvo. La porción gingival debe construirse para precisar la forma, con la longitud incisal igual a la longitud final de la corona que se desea. En esta etapa deben hacerse cualesquiera cambios o ajustes del contorno anatómico.

Se usa un cepillo de pelo de marta plano, ligeramente húmedo para mezclar entre sí las superficies labiolinguales, eliminando la posibilidad de huecos interproximalmente. Se emplea una espátula ligeramente más larga que tiene un grado más alto de flexibilidad para esculpir áreas delicadas y aplicar pequeñas cantidades de polvo de dentina a la superficie lingual.

Entonces está lista la pieza de trabajo para la siguiente etapa: preparación de la cubierta de esmalte.

### 5.2.2 Corte con sonda para la capa de esmalte.

Usando un instrumento con cuchillo, se ajusta el lado labial del polvo de dentina hasta el grosor deseado. Un calibrador en la punta es un auxiliar útil para precisar el grosor exacto de la dentina. Es necesario el grosor de la capa de polvo de dentina para evitar reflexión-espectral de la luz, a partir de la opaca subyacente y también para evitar sobreconstrucción innecesaria de la superficie labial o bucal. Si la capa de polvo de dentina se aplica en forma demasiado delgada (menos de 1mm) y se hornea, la capa de esmalte translúcido transmitirá un volumen alto de luz creando un "rebote de luz" a partir de la capa opaca. Esta reflexión espectral crea un nivel de brillo mayor en la restauración que en la dentición natural y puede hacer imposible la compatibilidad de los tonos. Una capa excesiva de polvo de dentina, generalmente produce una restauración con sobrecontorno, lo que se estima por medición después del horneado. Para restringir la masa excesiva y conformarla al contorno facial requerido, a menudo se reduce la superficie labial hasta que se haya logrado el grosor medido máximo de 1.5 mm (copia, opaca y porcelana). No obstante como la dentina se ha aplicado en exceso, el adelgazamiento de la superficie quita la mayor parte de la capa del esmalte, lo que puede destruir la proporción del templado gingival incisal.

La longitud del templado incisal y la profundidad de translucidez se controlan por el corte del lado labial del polvo de dentina. Mientras más se quita polvo de dentina hacia abajo a partir de la placa incisal hacia el margen gingival, mayor será la longitud de la capa de esmalte. Esto, a su vez, determina la longitud del templado incisal. Mientras mayor sea el ángulo de corte a par-

tir del lado labial y del lingual, será más gruesa la capa de esmalte y, por tanto, mayor será el grado de translucidez. Después de que la dentina tiene el contorno deseado puede aplicarse la capa de esmalte.

### 5.2.3 Capa de esmalte.

La superficie se humedece después de que se ha completado el corte y usando un instrumento flexible largo, se vuelve a envolver delicadamente para condensar el área y alisar cualquier área rugosa. El polvo de esmalte debe mezclarse con un volumen más alto de agua que el polvo de dentina. Cuando el polvo de esmalte se aplica en forma excesiva sobre la formación de dentina, el polvo de dentina ya seco puede absorber tanto como el 50 por ciento del volumen de agua en el polvo de esmalte. Se toma una pelotilla muy pequeña de polvo de esmalte en la punta del instrumento y se aplica a la copia empezando en el área más cercana del margen gingival. Si el polvo de esmalte agregado al polvo de dentina está demasiado húmedo, entonces los polvos fluirán juntos, destruyendo la separación de la mezcla. El colorante en el polvo de dentina emigrará hacia el polvo de esmalte, haciendo mate la translucidez. Si el polvo de dentina está demasiado seco y la humedad contenida en el polvo de esmalte es insuficiente, será difícil aplicar el polvo de esmalte. Si el polvo de esmalte no se adhiere al polvo de dentina y se emplea presión excesiva para forzar la mezcla del polvo de esmalte, la probabilidad de quebrar los polvos aumenta. Las pequeñas adiciones de polvo de esmalte se aplican continuamente de un área proximal a través del centro de la corona hasta la otra área proximal. La longitud incisal debe extenderse 10 a 22 por 100 para permitir la contracción durante el horneado.

El lado lingual de la adición incisal se alisa empleando un cepillo plano de pelo ~~de~~ marta,. La placa incisal puede extenderse lingualmente para brindar el contorno anatómico apropiado mediante el uso de una técnica de frotamiento con cepillo. La zona se humedece ligeramente con agua. Se toma una pequeña pelotilla de polvo de esmalte con la punta de un cepillo de pelo de marta y se aplica frotando ligeramente a través de los lados incisal y lingual donde se desee, la acción capilar del polvo secante ya en la copia atraerá al polvo del cepillo. Los contornos terminados de la pieza de trabajo se ajustan en tonces estrechamente a las dimensiones y la forma deseada de la restauración cocida terminada.

#### 5.2.4 Adición de contacto.

La pieza de trabajo se quita del vaciado para completar las áreas de contacto. La sobreconstrucción de las áreas de contacto puede causar transtorno en la forma del templado incisal durante el horneado. Es suficiente que se permita la construcción nominal..

El contacto se agrega en la misma proporción de dentina a esmalte empleada para construir el templado incisal. Usando un instrumento flexible con una punta estrecha ahusada, se aplican aumentos muy pequeños de polvo húmedo en el área gingival usando un toque delicado. Los dos tercios incisales del área de contacto se encuelven con el polvo de porcelana de esmalte puro para crear translucidez y vitalidad. Los contactos se contraen hacia su masa durante el cocido. Las áreas de masa mesial y distal tienen la tendencia a atraer porcelana desde el margen gingival hacia el incisal, dando por tanto el as--

pecto de mayor contracción en el margen gingival. Esta zona de contacto se conserva cuadrada y llena para conservar un área de contacto incisal gingival largo. Se usa un cepillo batidos blando para alisar cualquier irregularidad y para dar forma a la zona gingival marginal.

### 5.3 Construcción de una corona posterior.

La construcción de una corona posterior sigue básicamente el mismo procedimiento que para la corona anterior única. Es necesario empezar con el pulgar en la superficie oclusal para ayudar al control del grosor bucal del polvo de dentina. Mientras se coloque el pulgar más hacia el lado bucal, mayor será el grosor de la adición del polvo de dentina. Cuando los contornos se completan hasta la forma deseada, el pulgar se quita empleando el lado plano del instrumento, comprimido el borde incisal de la corona y permitiendo que el pulgar se retire de la corona, sin que se le quede polvo adherido.

El polvo de dentina se aplica empleando un instrumento flexible angosto a las superficies oclusal y lingual, envolviéndolas hasta la oclusal y hacia abajo hasta la superficie lingual. Una vez que los contornos en su totalidad se han creado en los polvos de dentina, los vaciados articulados se ocluyen en posición céntrica para precisar la relación oclusal apropiada. Es importante estar seguros de que los vaciados articulados cerrarán completamente en posición céntrica. La prueba de la cuchilla se usa para precisar el grosor apropiado del polvo de dentina en la superficie bucal.

Una vez que se ha logrado el grosor apropiado del polvo de dentina éste se corta para permitir la aplicación de los polvos de la cubierta de esmalte. Para coronas posteriores puede emplearse una incrustación extremadamente profunda de polvo de esmalte en forma interproximal, para estimular la translucidez de envoltura alrededor de todo el esmalte natural que tiene el diente. Usando un instrumento de hoja larga flexible para aplicar cantidades de polvo de esmalte que puedan controlarse, se modela la porción incisal de la corona. Este aislamiento y modelamiento logra automáticamente la condensación de polvo de esmalte, creando un esmalte horneado que es translúcido en oposición al transparente. Debido a la densidad de partículas aumentada de la masa de polvo, los esmaltes simularán el aspecto del esmalte natural del diente en sus cualidades de reflexión del espectro por medio de absorción y difusión de la luz.

En seguida, se sobreextiende el área bucal central en el polvo de esmalte aproximadamente 2mm. Se dobla entonces sobre la superficie oclusal formando el lado lingual de la cúspide bucal. Los bordes marginales mesial y distal se forman también de la misma manera. Se cierra entonces el instrumento de articulación, llevando el vaciado opuesto a su posición céntrica. Después del cocido, la corona necesitará ajuste mínimo para establecer el contacto céntrico exacto que se desea. Para evitar el contacto hiperoclusal, la construcción de las cúspides oclusales no debe estar en contacto con el vaciado opuesto, esto permitirá que el instrumento articulador se cierre por completo en su posición céntrica. Después del cocido, la restauración tendrá la oclusión apropiada morfológicamente; suponiendo una contracción de 10 por 100 - también estará libre el contacto oclusal. Esto completa las superficies bucal y oclusal de la construcción poste-

rior, entonces la pieza de trabajo está lista para la aplicación de esmalte a la superficie oclusal.

La superficie oclusal de la restauración completamente de porcelana debe contornearse en forma precisa para evitar el traumatismo a la dentición opuesta. Es posible colocar correctamente las cúspides funcionales en la fosa apropiada, controlando el contorno con polvo húmedo. La porcelana debe aplicarse de la misma manera en que se emplea la técnica de la gota de cera para contornear un vaciado en cera. Se coloca una pequeña pelotilla de polvo de esmalte en el sitio de la punta de la cúspide lingual. El instrumento articulador se cierra en posición céntrica, entonces la pelotilla de polvo de esmalte se colocará en la fosa opuesta apropiada. Las zonas de los bordes marginales distal y mesial pueden construirse entonces usando un fino cepillo de construcción redondo de marta, empleando la técnica de frotamiento explicada antes. Los surcos, bordes de cúspide y bordes marginales complementarios pueden contornearse correctamente y modelarse para formarlos empleando pequeños cepillos de pelo de marta. Es extremadamente difícil, crear una relación sana entre cúspide y fosa en una restauración oclusal hecha completamente de porcelana si se hace sobreconstrucción de la masa de porcelana horneada y entonces se intenta corregir la oclusión mediante pulido oclusal masivo.

Los contactos se agregan a las construcciones posteriores en forma semejante a la de las construcciones anteriores únicas. El polvo de dentina más oscuro se agrega cerca del margen gingival y el polvo de esmalte puro se agrega al área de contacto incisal. Los contactos deben conservarse planos y afilados, tratando de controlar el área de contacto y no de sobreconstruirla. El ajuste-

del contacto proximal debe ser mínimo y las correcciones- menores respecto a oclusión de punta de cúspide, adición- de zonas de contacto pequeñas o refinamiento de los con- tornos de cúspide o de bordes secundarios pueden lograrse muy fácilmente con horneado de corrección.

Estaremos equivocados si pensamos que la construc- ción de cerámica debe sobreconstruirse excesivamente para compensar la contracción por horneado. Cada uno descubri- rá el grado de contracción del polvo durante el horneado- para que sea constante y previsible una vez que se ha es- tablecido la técnica para la aplicación del polvo húmedo. Tratar de construir una forma anatómica que no se pula - después del horneado aumentará el grado de estética de ca- da restauración y disminuirá el tiempo de trabajo total.- La aplicación de porcelana húmeda con espátula ha probado ser una técnica que se realiza fácilmente, también brinda control óptimo del polvo para la creación de restauracio- nes cerámicas de forma, translucidez y vitalidad que ver- daderamente permiten que la cerámica dental alcance el ni vel de logro artístico.

## 6. Estética y color: percepción del problema.

Siempre es una decepción, sino es una frustración-completa, colocar una restauración cerámica que falla en los requisitos estéticos básicos. Hay muchos sistemas para obtener coloraciones y para comunicar los deseos técnicos al laboratorio, sin embargo, en la inmensa mayoría de los casos la prótesis terminada falla respecto a conformarse al requisito estético que se exige y muchas veces - se necesita llegar a un compromiso importante al colocar una restauración que estéticamente es un fracaso.

### 6.1 Color.

El color es sólo una de las numerosas características físicas que afectan el valor estético de la restauración de cerámica. Las otras son: forma, modelado, textura y densidad. No obstante, lo que es más difícil de hacer compatible en forma constante es el color. La definición de color que simplifica la discusión de los problemas técnicos que se encuentran en la construcción de una restauración cerámica estética, puede declararse como sigue: el color es la luz modificada por un objeto tal como lo percibe un ojo.

Generalmente se describen tres cualidades del color: 1) tono: el color verdadero; 2) saturación o pureza del color, y 3) valor: intensidad o brillo del color.

En odontología, la forma, el modelado, la textura, el tamaño y la localización del objeto, el diente, limi--

tan gravemente la capacidad de lograr una compatibilidad de color satisfactoria, por tanto, es razonable suponer - que es difícil seleccionar un color apropiado del diente - y comunicarlo junto con las otras características físicas de un diente particular a un técnico de laboratorio a través de una prescripción escrita.

## 6.2 Compatibilidad del color.

Estudios fotoespectrométricos recientes han demostrado que todos los dientes tienen un color básico (o verdadero). El objetivo de la compatibilidad del color es - precisar el color verdadero del diente en cuestión.

La compatibilidad del color puede lograrse en un medio brillantemente iluminado, de modo que el ojo pueda discernir colores, de preferencia antes de preparar el diente. Este medio debe estar desprovisto de colores brillantes y divergentes, idealmente el fondo debe ser de color neutro y moderadamente brillante. La compatibilidad de colores debe buscarse en tantos pares de ojos como sea posible; deben estar presentes, al escoger los colores, - dos ayudantes, si es posible o cuando menos uno. Esto es válido por varias razones: los diversos individuos estarán en distintos puntos de referencia en relación con el diente y por lo tanto verán vías de reflejo diferentes. - Esto reducirá la posibilidad de " reflejo de espejo " lo cual transtorna la selección resultante. La mujeres tienen, generalmente, una agudeza mayor para seleccionar colores que los hombres, y esta habilidad debe utilizarse. - Asimismo, las mujeres sufren con menor frecuencia de ceguera a los colores que los hombres.

Los colores nunca deben seleccionarse en forma - electiva o afirmativa, deben precisarse en un proceso inverso en el cual el dentista elimina los colores que no - son adecuados. Al fin de este orden de sucesión particular, puede verificar su elección con los ayudantes. Si - no están de acuerdo con la selección, se repite el proceso, esto se repite bajo una sola fuente luminosa, hasta - que todas las partes estén de acuerdo con el color seleccionado. En ese momento se introduce otra fuente luminosa y se repite todo el procedimiento, esto reducirá la posibilidad de la construcción de una restauración cerámica que muestre efectos metaméricos. -

### 6.3 Prescripciones.

Debido a que el tamaño, la forma y el contorno - de la restauración están fácilmente a alcance si se compara con otros dientes en el modelo maestro, la prescripción debe limitarse a: 1) verdadero color, tonalidad y matiz; 2) zona de transición, corte o capa de esmalte con - objeto de dar al laboratorio la información necesaria para la coloración de cuerpo y de las formaciones incisales de la restauración, y 3) todo el resto de la información - legal y logística. Si se preparan unidades múltiples, la prescripción y la responsabilidad del laboratorio son más fáciles. Es más difícil lograr la compatibilidad satisfactoria en un solo incisivo central.

### 6.4 Terminado de la restauración.

La restauración debe colocarse en la boca en un - estado de bizcochado medio o alto, y no glaseado. Enton-

tonces deben ajustarse adecuadamente a contactos, perfilde surgimiento, espacio para huecos y función oclusal. - Los contornos facial y ligual deben estar en armonía con los dientes adyacentes.

Después de que se ha hecho estos ajustes, la restauración puede humedecerse con agua o saliva para darle un aspecto glaseado. En ese momento se hace la confirmación del color. Si el color es apropiado, la superficie de la restauración puede caracterizarse, con bordes, surcos y textura, guiándose por los dientes vecinos.

Entonces pueden usarse, con moderación, colorantes de superficie para mejorar el color o el valor estético de la restauración, sin embargo, en ningún caso deben usarse colorantes de superficie para lograr la armonía estética de una restauración incompatible. Esto suele dar por resultado una restauración insatisfactoria. La restauración puede entonces hornearse al aire para lograr un glaseado natural, o, con el empleo de colorantes de superficie, colocar el glaseador de bajo punto de maduración - en el que los pigmentos están suspendidos. La restauración se regresa entonces a la boca para confirmar la exactitud de los colorantes de superficie, si se han usado éstos.

Si la restauración es satisfactoria, debe cementarse. La restauración nunca debe colocarse temporalmente con intenciones de ajuste ulterior, que harán necesario horneado adicional.

## B I B L I O G R A F I A .

1. TYLMAN D. S. MALONE F. P. W.  
Theory and practice of fixed prosthodontics.  
Saint Louis C. V. Mosby Company. 1978, 743p, Seventh -  
edition.
  
2. PHILLIPS Ralph W.  
La ciencia de los materiales dentales. de Skinner.  
México, Interamericana, Séptima edición, 1976, 583 p.
  
3. SHELDON Stein R.  
Clínicas Odontológicas de Norteamérica. Cerámica.  
México. Interamericana, 1977, 644p.
  
4. JHONSTON F. J., PHILLIPS W. R., DYKEMA W. R.  
Práctica moderna de prótesis de coronas y puentes.  
Buenos Aires, Mundi. 3ª edición, 1977, 692p.
  
5. CUYAS ARTURO  
Appleton's New Cuyás Dictionary.  
Estados Unidos de América, Ed. Mere-  
dith Corporation, 1928 - 1972  
Quinta edición revisada, Nueva York,  
589 p.