

## PORCELANA DENTAL

### S U M A R I O

- I) Definición y Consideraciones sobre la misma.
- II) Indicaciones.
- III) Composición y Clasificación.
- IV) Propiedades.
- V) Equipos de cocción. Hornos. Distintos tipos.
- VI) Manipulación y Cocción.
- VII) Conclusiones.

\* \* \*

#### I) DEFINICION Y CONSIDERACIONES SOBRE LA PORCELANA DENTAL.

DEFINICION: Sustancia o material restauratriz dentario estético, permanente, semi-vitreo, transparente que se lleva a la cavidad en forma de block.

Reúne una serie de condiciones ventajosas - que hacen que su uso sea prácticamente universal, entendiéndose por tal la utilización de la misma en la solución de los más diversos y numerosos - casos clínicos.

Su aceptación universal, está en función de una serie de muy buenas cualidades que este material presenta, contraindicaciones absolutas no tiene, y así la vemos restaurando piezas dentarias en cavidades preferentemente de clase V y también en las de clase I, II, III y IV y en reconstrucciones totales, tipo coronas completas; más aún en labores de prótesis removibles y fija; este material no tiene sustituto.

Es posible que su condición de fragilidad, sea el factor primordial, en la determinación de su aplicación como material restaurador. Sin embargo; el mismo está hoy, casi controlado con el uso de las nuevas cerámicas aluminosas; donde su módulo de ruptura ha aumentado respecto a las porcelanas convencionales en más del 100%.

La porcelana cocida presenta como ya establecimos muchas cualidades favorables; recomendable como material restaurador. Su apariencia estética cuando está bien elaborada, es ampliamente satisfactoria. Debido fundamentalmente a su glaseado, se hace indudablemente más compatible con el cromatismo de las piezas dentarias vecinas, así como mejor tolerada biológicamente por los tejidos blandos paradentarios, sin producir molestias al paciente portador de la labor (histofilia).

Su resistencia considerable varía con la composición, manipulación, cocción y tratamiento que de ella se haga al desgastarse antes de ser insertada en boca.

Esta sustancia es sumamente resistente a la abrasión, es más dura que cualquiera de las sustancias normales dentarias y es más aún que cualquiera de los materiales que con fines restaura-



tivos dentales se pueden colocar dentro de la boca, por lo tanto no se desgasta. Es una propiedad ventajosa de la cerámica, pero puede ser un inconveniente grave. Analizado desde el punto de vista de su ventaja, soporta las fuerzas de gravitación masticatorias más intensas sin desgastarse. Pero analizada desde el punto de vista biológico esa misma propiedad puede ser negativa. Consideran por ej. una labor cerámica que contacta, con un antagonista; normalmente como resultado de la masticación se produce la abrasión, el desgaste fisiológico del diente. Cuando los dientes contactan con labores cerámicas antagonistas se produce un desgaste desigual, -- que no va a ser seguido por el desgaste que ocurre en los remanentes órganos dentales de esa boca.

Esa labor cerámica queda en una situación de trauma, respecto al diente antagonista y en relación con los demás dientes y en función del desgaste que ha ocurrido en esos dientes, pero desigualmente en ese diente que contacta con la labor cerámica. En otras palabras la labor cerámica no acompaña el desgaste que se produce en todos los demás dientes como resultado de la abrasión. El diente que contacta con una labor cerámica debe ser desgastado para evitar la creación de un trauma masticatorio, con todas sus consecuencias. Para que haya equilibrio en la distribución de fuerzas y asegurar la permanencia del mismo cuando se genera el acto masticatorio en las distintas posiciones de la mandíbula son fundamentales los controles periódicos bucales. Es el glaseado de la labor el que le confiere su carácter de indegastable, por lo tanto, se quita el glaseado para que se produzca el desgaste de esa labor y con esto restablecemos aunque por otro procedimiento el equilibrio. Pero --



toda labor cerámica colocada en boca, sobre todo cuando la misma reconstruye superficies que ocuyen en distintas posiciones exige el control permanente de quien la haya colocado. Nosotros dijimos que la labor cerámica tiene una resistencia considerable a la abrasión, pero, la misma no es tan considerable al impacto directo o a la -- torsión. La porcelana es un elemento de constitución vidriosa, basta que reciba una fuerza -- irregularmente distribuida para que se rompa. Este problema existe mucho en las porcelanas convencionales, pero está considerablemente disminuído en las actuales cerámicas aluminosas, donde el agregado de óxido de aluminio en proporciones que oscilan entre un 45 a un 50%, le confieren adecuadísimas propiedades de resistencia aún en aquellos casos desfavorables conjuntamente -- con su alta resistencia abrasional, baja resistencia torsional; presenta muy buenas cualidades estéticas; las que indudablemente producen efectos psíquicos ampliamente favorables en los pacientes portadores de estas labores.

Todo esto; unido al resto de sus propiedades físicas, químicas, y particularmente biologicas y estéticas (que veremos en otra parte del tema) hacen de este antiguo pero noble material, una sustancia casi ideal de restauración, que no puede faltar, en el arsenal odontológico de ningún profesional.



## II) INDICACIONES DE LA LABOR CERAMICA.

Hemos dicho al comenzar, que las labores cerámicas dentales no presentaban contraindicaciones absolutas pudiéndose emplear en reconstrucciones parciales o totales, parciales en clase I, II, III, IV y V, particularmente en esta última; totales, en jacket crown.

Nosotros hacíamos mención a que con la labor cerámica se podía solucionar diversidad de casos clínicos parciales y que con la labor cerámica se reconstruía también piezas dentales totales. Si intentáramos una clasificación de las circunstancias clínicas que llevan a esa reconstrucción total del diente, podríamos clasificarlas en 3 grupos, por ej.: hacemos reconstrucciones totales de un diente cuando hay factores anatómicos, morfológicos o topográficos que determinan el cambio de forma del mismo. Uds. saben que hay anomalías de forma, hay dientes conoides, otros en forma de destornillador, etc. que determinan una falta de contacto normal así como una oclusión y articulación patológica que ocasiona lesiones en el tejido peridentario y paradentario. Al realizar la reconstrucción dentaria hacemos que el punto de contacto sea restablecido así como toda la forma de la pieza; es decir cambiamos la forma del diente, devolviéndole su anatomía adaptada a su función bucal.

Vemos aquí cómo factores morfológicos, topográficos o anatómicos de la propia pieza dentaria son los que determinan la indicación o uso de este material.

Hay también factores estructurales, ejemplo una fractura dentaria, una caries, que se traduce por la pérdida de sustancia dentaria, una -

*ver Cuadros  
de la F.O. N°3  
1956-*



abrasión, etc., factores que también determinan falta de estructura, siendo necesario la utilización de la labor cerámica para reconstruir el diente.

Pero hay además otros factores que producen por ej. una decoloración de esos dientes, encontrándose ausentes o presentes los otros factores arriba mencionados. Esto es por ej. un diente de forma normal y estructura íntegra y sin embargo tiene un cambio de color provocado por causas X, que no interesa analizar ahora; en este caso la cerámica es especialmente indicada.

Igualmente existen condiciones clínicas patológicas determinadas no ya por un cambio morfológico ni estructural dentario; sino fundamentalmente por la relación y disposición de los dientes al estar dispuestos en sus arcadas.

Las mal posiciones dentarias, giro-versiones, mesio-disto-palato y vestibulo versiones; pueden y deben en algunas ocasiones ser solucionados por el tipo de reconstrucciones totales -- (jacket crown) que determinan el uso de la cerámica.

Vean que hay una serie de circunstancias -- clínicas donde la utilización de la cerámica se hace absolutamente imprescindible, porque Uds. van a la solución no solamente desde el punto de vista funcional, sino al logro de una solución estética.

Resumiendo las condicionantes que determinan la utilización de cuerpos cerámicos totales tendríamos:

- 1) Condiciones Anatómicas.
- 2) Condiciones Estructurales.
- 3) Condiciones Posicionales.

Todos ellos por igual establecen un evidente compromiso estético y funcional, no sólo de la pieza dentaria en sí; sino además de los arcos dentarios en su conjunto.

### III) COMPOSICIÓN Y CLASIFICACIÓN.

COMPOSICION. Vamos a estudiar ahora lo que es la porcelana y las propiedades que presenta, es decir, su composición y cualidades. Pero antes diremos que porcelanas existen de muchos tipos. Si pudiéramos tentar una composición de cuerpos cerámicos tendríamos que existe una porcelana convencional, cuerpos cerámicos intermedios y porcelana actual o aluminosa. Teóricamente todas ellas van a estar compuestas por los mismos elementos fundamentales; feldespato, cuarzo y caolín. Todas las porcelanas, no sólo la dental, sino las industriales también han de tener similar composición; feldespato, cuarzo, caolín y colorantes fundamentalmente. Lo que se modifica no es sólo la calidad del material utilizado, sino también las proporciones de esos 4 elementos fundamentales. En las porcelanas dentales el elemento básico es el feldespato; aproximadamente está en un 65% de la masa total; le sigue por su cantidad el cuarzo en un 25% y puede estar hasta en un 30% y luego el caolín que está entre 3 y 5%. En las industriales el ele-



mento que se encuentra en mayor proporción es el caolín, luego el feldespato y el cuarzo aproximadamente en la misma proporción. ¿Qué son cada uno de estos elementos y qué propiedades le confieren?

Nosotros dijimos que no sólo las porcelanas industriales se diferencian de las dentales desde el punto de vista de la cantidad en que intervienen los elementos básicos, sino también y fundamentalmente por la calidad de los mismos. En la porcelana de uso dental intervienen elementos químicamente puros, el feldespato, cuarzo y caolín, están libres de impurezas. En la naturaleza es difícil encontrarlos al estado puro; cuando existen se utilizan exclusivamente para usos dentales y cuando no están en ese estado se trata de purificarlas; de lo contrario su uso es industrial donde la impureza no presenta normalmente, ningún inconveniente, pues la translucidez de las porcelanas industriales pueden estar enmascaradas por otros elementos que se utilizan; pero indudablemente juega un papel importantísimo esa translucidez en las labores dentales, que exige aparte de una manipulación correcta y pulcra la utilización de elementos químicamente puros.

En algunos textos van a encontrar que el caolín es un óxido de aluminio únicamente, pero también se conoce que intervienen en su constitución además de dicho elemento el anhídrido silícico y agua. Es un silicato de aluminio hidratado químicamente. El caolín tiene una coloración que vira del blanco al grisáceo, tiene un aspecto negroideo. El caolín posee propiedades primordiales para los procesos cerámicos. Es plástico como luego veremos y mezclado y batido con agua forma un material fácilmente amasable. Si -



se calienta a  $600^{\circ}\text{C}$  se desprende agua, anhídrido silícico y óxido de aluminio. A  $900^{\circ}\text{C}$  una parte de ambos productos se reúnen para constituir un silicato amorfo denominado Mullita, con características físicas-ópticas de contracción y porosidad. A  $1200^{\circ}\text{C}$  la masa acentúa su contracción la que llega al máximo, y comienza a conglomerar; es decir a densificarse o condensarse, con desaparición total de poros. Se obtiene entonces una masa no porosa, impermeable, discretamente brillante, o mejor dicho semi-mate; altamente dura. Por encima de  $1800^{\circ}\text{C}$ , el material funde lentamente y se reblandece.

El feldespato es un silicato doble de aluminio y potasio, se encuentra en la naturaleza al estado puro y combinado; combinado generalmente con cuarzo y caolín. Su color vira del blanco al rojizo y se encuentra en la naturaleza en sus tres formas: Feldespato calizo, de Na y de K. El que se utiliza para las porcelanas dentales es el de potasio, porque al fundirse es el más denso. El feldespato funde a  $1.200^{\circ}\text{C}$  y al enfriarse toma aspecto de vidrio.

El cuarzo puro es un elemento familiar para Uds. porque intervienen en la formación de los revestimientos y lo hace bajo las 3 formas: cristobalita, tridimita y cuarzo fundido. El cuarzo es anhídrido silícico puro. Sometido a cocción sufre inversiones en su fórmula. A los  $570^{\circ}\text{C}$  aumenta volumetricamente y da el cuarzo beta, reversible al enfriarse. A los  $1100^{\circ}\text{C}$  se transforma en cristobalita y/o en tridimita. A los  $1680^{\circ}\text{C}$  se funde y conforma vidrio densificado.

Además de estos compuestos tenemos otros -- que aunque están presentes en menor volumen son



también de valor fundamental: los pigmentos o --  
elementos cromáticos de la cerámica representa--  
dos por óxidos metálicos cuya acción cromática --  
es altamente poderosa en pequeñas proporciones.

Óxido de oro .....	rosada
Óxido de cromo .....	verde.
Óxido de hierro .....	gris-pardo
Óxido de iridio .....	gris, etc.

Ahora bien, ¿cómo actúan cada una de estas  
sustancias y qué proceso se sucede en las mis--  
mas cuando se cocinan las porcelanas?

La propiedad que le da el caolín antes de -  
cocinarla es la facilidad de moldeo, dicho mejor  
de manipulación. Uds. van a ver que la masa ce-  
rámica se manipula con agua para hacerla trabaja-  
ble. Esa agua de manipulación agregada al polvo  
cerámico se elimina después con vibrado; conser-  
vando dentro de cierta medida esa masa; determi-  
nada plasticidad, debida al caolín.

El feldespato que es el elemento que actúa  
en mayor proporción y el de más bajo punto de fu-  
sión es el fundente, permitiendo la disolución --  
en su masa de los demás componentes. El cuarzo  
densifica o espesa al feldespato ya fundido, me-  
jorando la consistencia de la porcelana.

Si estas tres sustancias básicamente se con-  
forman y se cocinan adecuadamente se obtiene por-  
celana de acuerdo al proceso siguiente:

1) A los 600° C el caolín se descompone en  
óxido de aluminio, agua y ácido silícico.

2) A los 900° C; el primero y el último de  
estos elementos se unen para formar un silicato  
amorfo (Mullita).



3) A los 1200° C funde el feldespató; primeramente denso y luego más fluído, disolviendo en su masa al cuarzo, a la Mullita, y al resto del caolín, así como a todos los restantes productos intermedios y residuales de la porcelana.

4) Adquiere entonces el feldespató un espesamiento o densidad acentuada. Al enfriar se percibe una cerámica conglomerada; donde no hay porosidad, mostrando la masa un brillo semi-mate y una impermeabilidad total.

En líneas precedentes dijimos que si bien - todas las porcelanas tenían básicamente la misma composición, no todas ellas eran similares; y a tal efecto a título ilustrativo, establecíamos - una división en cerámicas convencionales, en cuerpos intermedios y en cerámicas aluminosas.

A las primeras ya hicimos referencia; sobre las últimas o aluminosas, el Centro de Estudiantes de Odontología termina de publicar un apartado realizado por el suscrito.

Diremos algunas palabras sobre las que restan o sea los cuerpos cerámicos intermedios.

Existen muy diversos tipos, siendo su uso - preferentemente como cuerpo opaco y resistente, ya en labores totalmente de cerámica o en labores cerámico-metálicas.

Reúnen una serie de propiedades:

1°) Son opacas.

2°) Altamente resistentes.



3°) Sin contracción o con mínima contracción.

4°) Coeficiente de dilatación o contracción muy similar al del metal sobre el que se cuecen y a la porcelana con la cual se unen para conformar definitivamente la labor.

5°) Contrarresta los efectos del discromatismo metálico.

6°) Se emplean de preferencia para labores cerámicas-metálicas.

7°) Tienen capacidad de absorción de gases que pueden liberar los metales (ejemplo el platino) cuando se cuecen sobre los mismos.

En su fórmula de composición entra un porcentaje de caolín mayor; con respecto a los otros dos cuerpos cerámicos.

CLASIFICACION DE LAS PORCELANAS. Las porcelanas se clasifican de acuerdo a su punto o temperatura de fusión.

Tenemos de esta manera: porcelanas de bajo, medio, y alto punto de fusión.

<u>Tipo</u>	<u>Temp.de fusión</u>
Porcelana de baja .....	1700°F a 1900°F
Porcelana de media .....	1900°F a 2200°F
Porcelana de alta .....	2200°F a 2500°F

Desde el punto de vista de su composición en las masas cerámicas, que no han recibido tra-



tamiento térmico especial, excepto la cocción de sus componentes y posterior molienda en una sola instancia, la relación feldespato-caolín varía de acuerdo a ciertos límites, determinando el establecimiento de temperaturas de fusión diferentes. En cambio en aquellas otras masas cerámicas a las que el fabricante las ha llevado a un avanzado estado de prefusión y molienda en una o varias etapas; son las temperaturas de fusión --arriba señaladas las que determinan la clasificación establecida, no así la composición de las respectivas masas; que en esencia son exactamente iguales, aunque en algunas puede darse un menor contenido de caolín. A estas últimas porcelanas se les denomina Porcelana de fritas o Porcelana fritadas.

En definitiva, todos los cuerpos cerámicos presentan al refundirse una, dos, tres o cuatro veces una mayor facilidad de fusión y un tiempo menor de exposición al calor.

Por esta razón fundamentalmente; como por el agregado de feldespato y la disminución de --caolín se puede hacer descender marcadamente el punto de fusión de una masa cerámica.

#### IV) PROPIEDADES DE LOS COMPUESTOS CERAMICOS.

Las propiedades de los compuestos cerámicos pueden ser analizadas desde el punto de vista:

- 1) Biológico.
- 2) Estético.



3) Físico.

4) Químico.

1) Biológico. Todas las porcelanas, aún las más incorrectamente constituidas son perfectamente toleradas por los tejidos duros y blandos que conforman y que rodean el órgano dentario. Esto es debido por un lado a la incapacidad de desintegración de la masa como así mismo a su característica final del glaseado. Se dice entonces que la porcelana es histófila, al no comprometer la biología de los tejidos blandos que contactan con ella.

2) Estético. Esta propiedad debe ser analizada considerando por un lado el color o cromatismo y por otro lado la transparencia del cuerpo.

El color, ya establecimos que lo aportaban los distintos óxidos metálicos que se le agregan a los polvos cerámicos resultantes de la cocción primero y de la molienda después; realizada por el fabricante. Por otra parte existen en plaza, compuestos cerámicos que vienen munidos de un equipo de super colorantes (Super Stains de Steele) a partir de los cuales, el odontólogo puede llegar a obtener las caracterizaciones cromáticas más diversas; pudiéndose obtener los mismos antes de la cocción; con lo que el control de los colores logrados es indudablemente más seguro. Son los únicos colorantes que presentan esta ventaja.

En cuanto a la transparencia; concurren para conformarla:

→ 1º) Menor cantidad de caolín.

2º) Correcta manipulación; lo que aparece una eliminación total de burbujas de aire.



Esta es fundamentalmente la razón por la -- cual la porcelana puede cocinarse al vacío; dado que con el mismo se produce una importante eliminación de aire de la cámara de trabajo, lo que resulta en una porcelana más traslúcida y algo -- más resistente. La transparencia, que depende -- del contenido de sustancias opacas (caolín) en -- la masa, está en razón inversa de la resistencia de la labor. Hasta hace poco tiempo, las porcelanas más usadas eran las transparentes (menor -- contenido de caolín), pero últimamente se ha despertado un gran interés por las porcelanas opacas o semi-opacas (ej. cuerpos cerámicos intermedios, porcelanas aluminosas) particularmente en lo que respecta a su núcleo.

Hay otro factor que sin tener absolutamente nada que ver con el cromatismo y la transparencia de la labor cerámica, juega evidentemente un papel preponderante en el resultado estético definitivo: es el logro de una morfología o anatomía funcional de la pieza cerámica; la que debe armonizar en un todo con las restantes piezas de la boca.

3) Físico. Desde este punto de vista puede decirse que la porcelana:

1º) No es porosa (condensación por vibración).

2º) Es impermeable.

3º) Altamente resistente a la abrasión.

GLASEADO

↓  
Histofilia

(Biológico)

4º) Buena resistencia a la torsión, la que está en íntima relación con la base de sustentación cavitaria y con la naturaleza de la cerámica (ej. porcelana aluminosa).



5º) Sin cambios volumétricos.

6º) No decolora.

7º) Mal conductora { térmica  
eléctrica

8º) Plástica o modelable antes de cocinarse, propiedad que depende no sólo de la presencia de caolín, sino también de la finura del grano. Un grano de tamaño mediano es el más aceptable desde este punto de vista.

En cuanto a los cambios volumétricos, y en especial la contracción, debemos agregar que la porcelana una vez cocida es inalterable de forma. En cambio presenta una evidente contracción cuando se elabora. Es evidente que el método de vibración, es el mejor desde el punto de vista del volumen de la contracción. En términos generales la contracción total es aproximadamente entre un 25 a un 30%, de los cuales un 20% puede ser fácilmente controlado. No así el 10% restante que es inherente al proceso de cocción y que siempre se va a producir determinando que el técnico trabaje con volúmenes variables de masa cerámica.

La primera contracción 20% (contracción de desecado) se puede controlar con una correcta técnica de manipulación. La contracción de cocción 10% o menos, se rige de acuerdo a tres leyes:

\* 1ra. Ley: La porcelana contrae hacia el punto de mayor calor.

\* 2da. Ley: La porcelana contrae hacia el centro de la mayor masa.

*La porcelana contrae hacia la zona donde  
está por la vez*

19

• 3ra. Ley: La porcelana contrae hacia la ya conglomerada.

El conocimiento de estas leyes, está íntima-  
mente relacionado con las técnicas de cargado y  
de manipulación del compuesto así como con la --  
cocción del mismo. Luego lo veremos.

4) Química. La porcelana es insoluble cualquie-  
ra sea el medio (ácido o alcalino) que encuentre  
en la boca. Esta propiedad se debe fundamental-  
mente a su composición y particularmente al re-  
sultado de su cocción; que da como resultado un  
compuesto conglomerado (impermeable, sin poros)  
extremadamente duro y glaseado.

#### V) EQUIPOS DE COCCION, HORNOS.

El procedimiento más corriente para la ela-  
boración de la labor cerámica es el horno eléc-  
trico. Esto no significa que no se hayan utili-  
zado a través de la historia de la cerámica, hor-  
nos de otro tipo, donde fundamentalmente el ca-  
lor era dado, no por la electricidad, sino por -  
otros medios combustibles, como ser leña, carbón,  
gas oil, kerosene. Estos últimos producían in-  
convenientes serios en la cerámica terminada (ga-  
sificación). Con el horno eléctrico se ha podi-  
do solucionar los inconvenientes de gasificación  
de la masa cerámica. Por gasificación se entien-  
de no la transformación de la porcelana en gases,  
sino la acumulación por parte de la porcelana, -



de elementos gaseosos que indudablemente alteran la transparencia de la labor cerámica.

A mayor transparencia, ~~mayor~~ <sup>menor</sup> opacidad; a mayor opacidad, menor efecto estético de la labor cerámica. Pero habíamos dicho ya que la transparencia no dependía de la manipulación y cocción solamente sino del contenido de caolín, así por ej.: a mayor porcentaje de caolín, menor transparencia; y por lo tanto mayor opacidad.

Los hornos eléctricos son pues los que permiten la cocción de la labor cerámica en forma diríamos más prolija y adecuada posible. El horno tiene fundamentalmente un elemento en el que se produce la elevación de la temperatura, que es en el ambiente donde se va a colocar la labor cerámica y a cocinar la misma; ese ambiente se llama mufla. Si consideramos la unidad calentante de la misma y entendemos por unidad calentante el elemento que al paso de la corriente produce el calor, que calienta ese ambiente donde se cocina la masa cerámica; tenemos dos tipos de -- hornos eléctricos; los hornos eléctricos con unidad calentante metálica y los hornos eléctricos con la unidad calentante de carburo de silicio. Estos últimos hornos son usados con fines industriales y a veces dentales; no existen actualmente en plaza; en varios laboratorios se encuentran, pero están en desuso, no porque no se pueda cocinar en ellos la labor cerámica, que por otra parte se cocina muy bien, sino principalmente por falta de repuestos en lo que respecta a la unidad calentante que es de silicio o carburo de silita.

El carburo de silicio está constituido principalmente por arena de vidrio, carbón de coke,



virutas de metal, madera y sal y con todo esto se hace una masa que se cocina y previamente se le da forma que debe tener para cumplir su cometido. Se forman barras de carburo de silicio -- que tienen aproximadamente de 0,10 a 0,15 m. de longitud y de 1 a 1,5 cm. de espesor. Los hornos de carburo de silicio tienen la unidad calentante constituida por dos barras de ese tamaño, unidas entre sí por conductores eléctricos; dispuestos en la pared posterior o dos barras en la pared lateral izquierda y dos barras más en la lateral derecha, además de dos barras más en la parte postero-superior. Estos hornos, no obstante de tener la ventaja de que la unidad calentante pueden ser hechas con materia prima nacional, de dar altas temperaturas de fusión ya que permite cocinar a temperaturas superiores a 1900° C, tienen el inconveniente de que el calentamiento es un poco más irregular o no es tan correcto como el que se realiza en uno eléctrico, cuya unidad calentante es metálica. Son de una duración mucho mayor que aquellos hornos donde la unidad calentante es metálica. A título de ejemplo tenemos que dos hornos constituidos con los mismos elementos y exactamente iguales, aparte de la diferencia en la unidad calentante, trabajando a un ritmo de 8 horas por día; los que tienen unidad calentante de naturaleza metálica duran aproximadamente 6 meses de trabajo, mientras que los que son a barras de carburo de silicio duran un año y medio o más al mismo régimen de trabajo. Desde este punto de vista es más económico, no solamente porque se podrían confeccionar con materiales que se encuentran en el país sino porque la vida útil es mucho más larga. Triplica este horno al que tienen unidad calentante metálica. Las barras de silita no se fabrican lamentablemente aquí porque el mercado es muy chico y quien las fabrique quiere invertir -



un capital que le reditue alto interés, y esa -- quizás puede ser una razón fundamental por la -- cual las resistencias conformadas por silicio no se fabrican en el país.

Por lo general estos hornos están todos fuera de circulación. Son de un tamaño triple al horno corriente, y de un resultado muy bueno, -- que permiten aún sin ser de resistencia metálica cocinar porcelanas de alto punto de fusión.

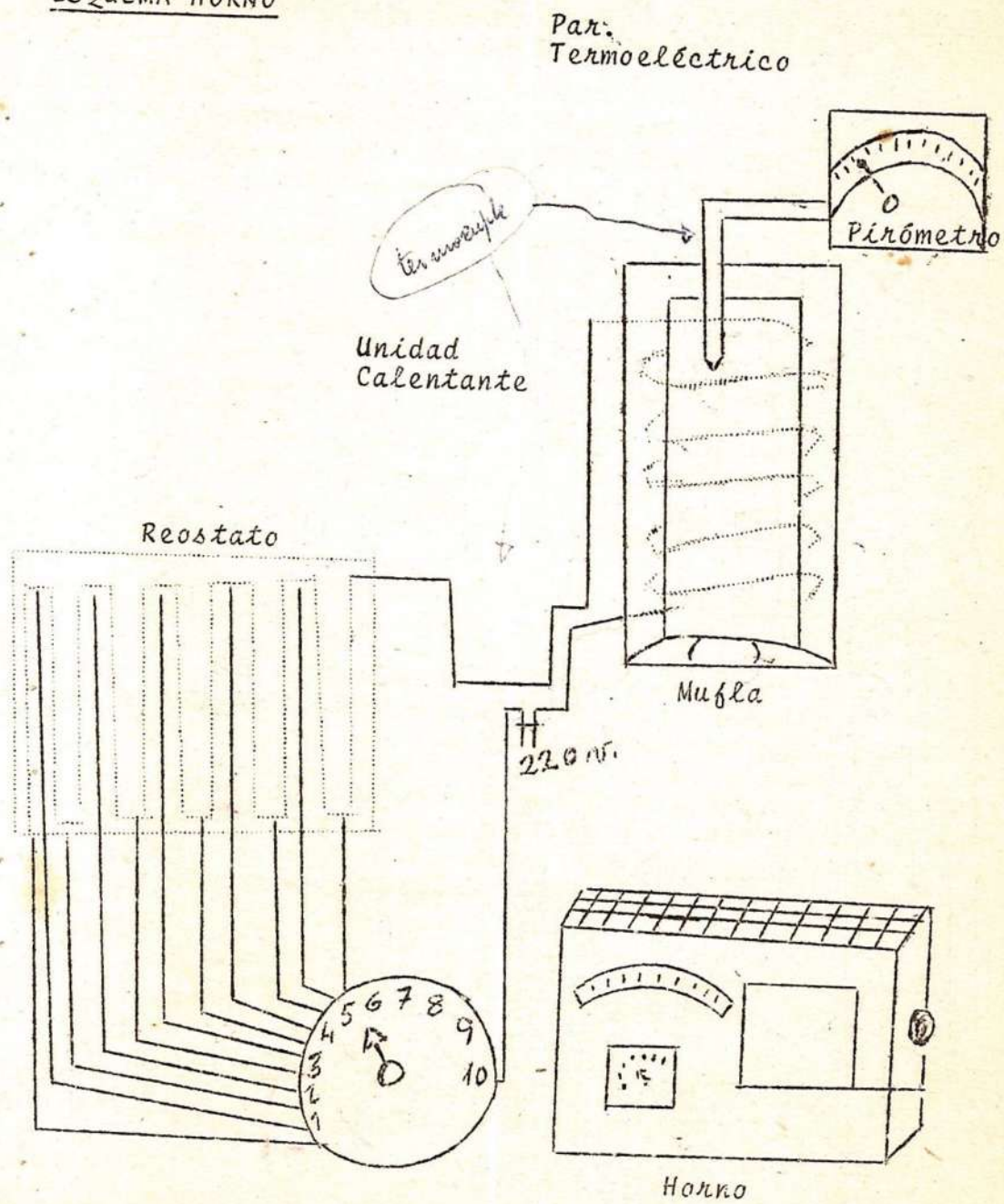
Hornos de unidad metálica. Esas unidades metálicas pueden ser de platino, de candal, que es un elemento resultante de una aleación parecida al cromo-níquel y también de cromo-níquel.

El platino da temperaturas de cocción que sobrepasa los  $1.500^{\circ}\text{C}$  (su temperatura de fusión es de  $1.764^{\circ}\text{C}$ ). El candal da temperaturas de cocción inferiores a  $1.200^{\circ}\text{C}$  y el cromo-níquel da temperaturas de cocción aproximadamente a los  $1.000^{\circ}\text{C}$ .

Las muflas que lleva la unidad calentante del platino, son las que cocinan a más alto punto de fusión. Estos otros hornos que llevan, como unidad calentante el candal, un elemento que permite generar un calor aproximado a  $1.200^{\circ}\text{C}$  -- permitiría cocinar porcelanas de alto punto de fusión. Se emplea también en la construcción de hornos; para porcelanas de bajo punto de fusión unidad calentante de cromo-níquel que se utiliza particularmente en este tipo de hornos.

Se muestra aquí el horno tipo D de Barkmeyer. Este horno de Barkmeyer es para cocinar porcelanas de bajo punto de fusión. Fundamentalmente un horno está constituido por aquellos elementos que muestra el dibujo esquemático que a continuación se expone.

# ESQUEMA HORNO





## ESQUEMA DE UN HORNO PARA COCIMIENTO CERAMICO DE UNIDAD CALENTANTE METALICA.

I) La mufla está constituida de tierra refractaria y cubierta en su totalidad con una envoltura metálica. Puede o no ser intercambiable.

Envuelta en forma de bobinado o carrete más cerca de la pared interna de la mufla a efectos de facilitar la concentración del calor, presenta un alambre o hilo metálico. El alambre que constituye la resistencia o unidad calentante, tiene una longitud que oscila entre 7 a 15 mts. de acuerdo al tamaño de la mufla y una sección de 0,31 a 0,45 de mm. Su sección es de forma triangular, ovalada, o media caña, o bien cilíndrica. Una puerta, accionada por una manivela ubicada en la parte anterior.

II) La termocupla. En la parte superior de la pared posterior de la mufla, asoma un alambre cubierto en parte por cuerpo cerámico, alambre que resulta de la unión de dos metales. (Uno de platino y otro de platino 90% y rodio 10%) que constituye la juntura caliente de un par termo-eléctrico. Ambos alambres metálicos separados a la salida de la mufla terminan en dos conductores que empalman con un aparato medidor de altas temperaturas; el pirómetro. Ambos elementos: Par Termoelectrico y Pirómetro se denomina Termocupla.

Por último en este mismo esquema tenemos una tercera parte del horno: el reóstato.

III) El reóstato o regulador de corriente. Constituido por una serie de bobinas dispuestas en el aparato, puede o no estar intercalado al

circuito general del mismo por medio de una manija.

Veremos ahora cómo funcionan cada una de estas partes, es decir: la mufla, la termocupla y el reóstato.

Mufla. En este tipo de horno eléctrico, el calor necesario para producir la elevación de temperatura a determinados grados, es engendrado en un alambre cuya naturaleza ya establecimos (platino, candal o cromo-níquel); a través del cual pasa la corriente eléctrica. La cantidad de calor producido (C) es inversamente proporcional a la longitud del alambre (L) y directamente proporcional a su sección (S).

$$C = \frac{S}{L}$$

Si el alambre tiene una sección dos veces mayor, el calor producido es igual al doble, o bien si la longitud del alambre se duplica, el calor engendrado será igual a la mitad.

Si el alambre se hace demasiado corto, o su sección es considerablemente gruesa, se ha de producir al paso de la corriente, tal cantidad de calor que provocará la fusión del mismo y el alambre se quemará. Cuando se eleva la temperatura dentro de la mufla, y esta elevación es muy rápida el material refractario no se puede calentar con la misma rapidez, originándose tensiones mecánicas muy importantes que en definitiva la deterioran.

A su vez a medida que se eleva la temperatura la resistencia del alambre a su posibilidad de fusión es cada vez mayor; de lo que resulta -



en consideración a estos dos elementos, que el calentamiento de la mufla, o lo que es lo mismo la entrada de la corriente a ella deberá hacerse lenta y gradualmente para asegurar por un lado - que la envoltura refractaria vaya adquiriendo calor gradualmente y que el alambre de la mufla al calentarse también lentamente exhiba su adecuada resistencia. En otras palabras este es el único procedimiento de calentamiento, que asegura una mayor vida útil del aparato.

Este control de calentamiento gradual, se consigue con otro elemento auxiliar del horno -- llamado reóstato..

Reóstato. Construido por una serie de carretes, está colocado a un costado de la mufla, de tal manera que los terminales de las diferentes bobinas están en contacto con bornes; sobre los que puede deslizarse una palanca de control, quitando o añadiendo de este modo amperaje a la mufla. Cuando la palanca de control está en el primer borne, la mayor parte del amperaje de la corriente es retenida por el reóstato, pasando sólo una pequeña cantidad a la mufla. A medida que la palanca asciende en el cuadrante (ej. 5° borne) -- (como indica el esquema) supone que el filtraje del amperaje de la corriente es menor, es decir una mayor cantidad de corriente pasa ahora a la mufla, porque han sido desintercaladas cinco resistencias del reostato.

Este sistema -volvemos a reiterar- asegura la duración de la mufla al permitir su calentamiento lento y controlado.

Termocupla. El pirómetro eléctrico tiene su origen en el hecho de que si dos metales de diferente naturaleza están en contacto y se calienta su unión, se origina una diferencia de potenciales entre ambos. Siendo aún muy débil la corriente producida, es suficiente para medir el calor que ha provocado.

Conviene recordar que la corriente que calienta la mufla, nada tiene que ver con la corriente engendrada en el par termoeléctrico. Aquélla, calienta la mufla, ésta mide la temperatura interna de la cámara de trabajo.

Antes de comenzar cualquier labor cerámica es aconsejable examinar el horno y comprobar su graduación, así como el estado de la mufla. Esta debe limpiarse siempre con aire, para eliminar cualquier vestigio de materiales u óxidos metálicos, que provocarán alteraciones no sólo en la tierra refractaria, sino particularmente en la resistencia del alambre. Toda partícula de sílice suelta en el piso de la mufla se funde y penetra a través de las grietas de la tierra refractaria provocando un descenso del punto de fusión del alambre de la mufla, haciendo que éste se quemara prematuramente.

Es aconsejable en todos los casos que la mufla adquiera la temperatura más alta posible con el reóstato puesto en el 1er. borne. En ningún caso debe girarse la manivela del reóstato a los botones o bornes siguientes hasta que el pirómetro registre en su cuadrante la máxima temperatura. El avanzar 1, 2, 3, etc. botones en forma rápida e intempestiva, es una práctica incorrecta y de resultados fatales. La forma de proceder que se aconseja, aminora el peligro de sobrefusión, permite la eliminación de los gases del hor-



no, no perjudica a la labor cerámica colocada -- dentro de la mufla y alarga evidentemente la vida de ésta.

Hasta ahora hemos descripto un modelo de -- horno (Barkmeyer D) corriente, de bajo costo y -- muy práctico.

Hay otros, por cierto dotados de distintos elementos que dan evidentemente un resultado más seguro de la labor terminada.

Los actuales hornos con controles automáticos y dispositivos de vacío, determinan la obtención de una labor cerámica donde el factor humano, en cuanto a la posibilidad de error que implica su manejo está superado.

## VI) MANIPULACION DE LA LABOR CERAMICA Y COCCION

Ya establecimos que la labor se cuece, por la acción directa del calor seco en un horno de cerámica.

Este no es el único procedimiento. Existen otros que utilizan igualmente el calor seco como por ejemplo la porcelana colada, método con grandes limitaciones, y la cocción con el soplete -- oxhídrico de Fehr que presenta igualmente inconvenientes serios.

De todos ellos, es el del horno eléctrico, el procedimiento de cocción cerámica más acabado y con el que se pueden obtener los mejores re

sultados, teniendo indiscutiblemente aplicación para labores grandes o totales tipos coronas o labores parciales del tipo de incrustaciones cerámicas.

Ahora bien, para cocinar la labor cerámica, se puede utilizar metal, revestimiento o ambos materiales a la vez. Es decir, que la porcelana puede cocinarse sobre metal, sobre revestimiento o sobre ambos conjuntamente.

Ateniéndonos a esto decimos; la cocción sobre metal será:

- 1º) Sobre matriz;
- 2º) Sobre colado metálico.

Comenzaremos hablando sobre colado metálico. Es imprescindible obtener un esqueleto, armazón, colado, de metales nobles preferentemente (platino o aleaciones del mismo) o bien, como actualmente se utiliza colados de aleaciones no nobles sobre los que se manipula, conforma y cuece la porcelana hasta obtener la labor definitiva.

Sobre matriz metálica. Este es un procedimiento utilizado preferentemente para obtener labores cerámicas totales y parciales, por lo general individuales, en cambio el procedimiento anterior tiene una aplicación más general para labores múltiples de prótesis fija.

El método de la matriz utiliza metales nobles, platino y oro puros laminados a un espesor de 0.00253 mm (0.002 mm). El uso de ambos materiales nobles no es indiscriminado. Tienen una alta maleabilidad y ductilidad.



Platino (temp. de fusión:  $1764^{\circ}\text{C}$ ) se usa para el cocimiento de cerámica de cualquier temperatura de fusión.

Oro, (temp. de fusión:  $1063^{\circ}\text{C}$ ) solamente se utiliza para cocinar porcelana de bajo punto de fusión.

Con estos materiales y valiéndonos de instrumental adecuado los adaptamos directa o indirectamente hasta conformar lo que se denomina matriz, y sobre la cual se cargará porcelana que se llevará al horno para su cocción.

#### Cocción sobre revestimiento. X

Comercialmente se conocen dos revestimientos: el Brillat y el Refracto, que soportan temperaturas de fusión no superiores a  $1000^{\circ}\text{C}$ . Por encima de las mismas se deterioran adhiriéndose en gran escala a la cerámica y falseando su resultado final. Se utilizan solamente para porcelanas de bajo punto de fusión. Deben reunir una serie de propiedades mínimas:

- 1º) Bajo costo.
- 2º) Fácil manipulación.
- 3º) No alterar los colores de la porcelana.
- 4º) Sin cambios volumétricos.
- 5º) Que reproduzcan con exactitud los mínimos detalles.
- 6º) Refractarios y que permitan realizar todas las cocuras necesarias sin deterioros.

El resultado obtenido con estos revestimientos ha sido desalentador y fundamentalmente producido por un componente de los mismos: su aglutinante, el yeso. Se piensa que la obtención de



revestimiento donde el aglutinante pudiera ser - silicato de etilo, silicato de sodio, fosfato de sodio o sulfato de amonio (aglutinante usado normalmente para revestimientos en colados de cromo -cobalto y cromo-níquel) pudiera aportar mejores soluciones.

En definitiva, entonces, no obstante su antigüedad el método de cocimiento cerámico sobre metal (matriz) no ha podido aún ser superado.

Manipulación: Para la manipulación tenemos una - condición, sine quanon que es: ambiente limpio e instrumental en iguales condiciones. La mezcla - del polvo de porcelana puede hacerse con agua -- (el método mejor), con agua y glicerina en partes iguales (método que tiene una especial aplicación en el cargado de tintes especiales) y con alcohol rectificado (método de especial aplicación en labores pequeñas).

El agua es destilada (sin impurezas), guardada igual que los polvos cerámicos en frascos - herméticamente cerrados para evitar su contaminación.

La mezcla del polvo con el agua se hace sobre vidrios con concavidades especiales donde se depositan los distintos tonos cerámicos. El cargado de la masa humedecida sobre la matriz se hace cuidadosamente con pincel fino o espátula, -- dándose con ellos la forma requerida. Una vez - lograda la misma, se condensa la masa por vibración, espatulación, recogiendo el exceso del solvente (agua) con un lienzo preferentemente blanco y limpio, (otros métodos aconsejan usar lápices de escayola o exceso de polvo cerámico seco o papel secante). Este procedimiento produce --



④

una unión íntima entre las partículas cerámicas, las que se unirán aún más durante el proceso de cocción. Una vez condensada la labor, se modela con cuidado y con instrumentos apropiados se pincela para barrer partículas sueltas y se lleva al horno en la matriz y sobre unas navecillas especiales.

En tres caldas o cochuras se termina.

Cocción de la labor. Gill reconoce dos etapas en la cocción de la porcelana:

- 1º) Etapa física.
- 2º) Etapa química.

comprendiendo entre ambas las 5 fases en que se realiza la cocción y que son:

- |                                  |           |
|----------------------------------|-----------|
| a) evaporación                   | } física  |
| b) candencia <i>o Combustión</i> |           |
| c) conglomeración                | } química |
| d) cocción completa              |           |
| e) fusión                        |           |

No hay pues separación marcada entre ambas etapas, podría decirse que se producen casi simultáneamente.

a) Evaporación. De 0°C a 120°C. Es imprescindible eliminar el agua que aún resta (después del vibrado) en la masa cerámica; para lo cual la labor se calienta cuidadosamente. Si el calentamiento fuera rápido la superficie se condensa -- (por contracción de desecamiento) e impide la eliminación del agua de la profundidad que se hace en forma de vapores de agua. Este gas o bien queda incluido en la masa cerámica dando poros - (altera la translucidez) o, gana rápidamente la

superficie de la misma, abriéndose paso violentamente, provocando grietas y rupturas de la labor aún no terminada.

b) Candencia. <sup>Combustión</sup> Se inicia a los 600°C. Previamente hay un período de ennegrecimiento de la masa por combustión de las impurezas y sustancias orgánicas, para luego recobrar el color blanco. -- Tanto en esta como en la fase anterior la puerta de la mufla debe permanecer entreabierta.

c) Conglomeración. Se inicia a 745°C en una porcelana de bajo punto de fusión. Iniciación de la etapa química que está constituida por la continuación de las reacciones piroquímicas del fundente con el cuarzo y caolín ya iniciadas por el fabricante en el proceso de prefusión. En esta etapa la labor contrae al máximo (10%), se hace impermeable y no porosa. No tiene aún brillo.

d) Cocción completa. Finaliza a 1010° C aproximadamente. Puede apreciarse a simple vista por la aparición de un brillo semi-mate, con lo que la labor ha alcanzado sus propiedades óptimas.

e) Fusión. Se inicia por encima de los 1010° C. Se traduce por una evidente pérdida de calidad de la labor. Sus contornos se esfuman, se redondean las ranuras y los ángulos desaparecen, el brillo se agudiza, los colores se debilitan y la resistencia se pierde. Hay en definitiva pérdida de propiedades estéticas y físicas.

En cuanto a la cocción de la labor en el -- horno, se hace por:

- 1º) elevación de temperatura.
- 2º) duración del efecto térmico.



Toda labor que vaya al horno requiere siempre el uso de navecillas especiales, con determinados dispositivos en su base (para disminuir la concentración del efecto térmico en la mufla) -- así como para permitir la estabilización de la matriz en su parte superior.

En la cocción de la porcelana deberá tenerse presente que su conducción térmica es muy pobre y por lo tanto se deberá evitar el calentamiento y el enfriamiento rápido de la misma; para neutralizar la producción de tensiones térmicas y estructurales que dañarían la labor provocando definitivamente grietas que representarían líneas de fractura.

Una vez finalizada la labor, se retira la matriz metálica con una pinza de algodón, ayudada con agua, quedando pronta para cementarse.

#### VII) CONCLUSIONES.

1) En la indicación y utilización de la porcelana cocida, tenemos un aspecto de la Odontología restauradora que ofrece las mayores y más -- hermosas posibilidades en la solución de las más diversas circunstancias clínicas.

2) Las propiedades de este material, analizadas desde un punto de vista bic-funcional, físico-químico y estético, no han podido ser superadas hasta ahora por los materiales conocidos.

3) Se ha tratado de dar aquí una esquemática noción general sobre la porcelana cocida de uso odontológico, en lo que respecta a los tópicos señalados en el sumario.

4) Se aconseja al estudiante, complementar el estudio de este tema consultando los textos señalados en la bibliografía. Solamente así tendrá un conocimiento cabal y profundo del tema en cuestión, pudiendo a partir de ese momento, orientarse hacia la práctica de la ceramotecnia.

#### BIBLIOGRAFIA

- SKINNER .... La ciencia de los materiales dentales.
- PEYTON .... Materiales dentales restauradores.
- LE GRO .... Prótesis Dental en porcelana.
- DRUM .... Tratado de cerámica odontológica.
- SASSI .... Porcelana Aluminosa. (Nuevo aporte a la Odontología restauradora). -- C.E.O.
- SASSI .... Apuntes de clase.

---

Noviembre de 1972.



Primera edición: Marzo de 1973  
Impreso en Mimeográfica INDICE  
Caboto 1389  
Depósito Legal N° 31.554/73.