

COLEGIO ODONTOLOGICO COLOMBIANO  
Facultad de Odontologia

OPERATORIA DENTAL

Mayo 13 de 1988. Bogotá Colombia

00381

COLEGIO ODONTOLOGICO COLOMBIANO

AMALGAMA DENTAL

JULLY HASSAN FATERNINA

Monografía presentada como requisito parcial para optar el título de Odontólogo.

Mayo 13 de 1988. Bogotá Colombia

COLEGIO ODONTOLOGICO COLOMBIANO

DIRECTIVAS

Dr. Jorge Arango Tamayo  
Rector

Dra. Marisol Arango  
Decano

Dr. Jairo Forero Morales  
Vice-decano

Dr. Luis Felipe Falla  
Secretario Académico

Dr. Luis Ignacio Pérez Soler  
Director de monografía

Dra. Gladys Sandoval de Arenas  
Coordinador X semestre Chia

Bogotá, 13 de Mayo de 1988

Doctora  
GLADYS SANDOVAL D. ARENAS  
Coordinador clínica décimo semestre chia  
Colegio Odontológico Colombiano  
Ciudad

Apreciada Doctora:

En cumplimiento parcial de los requisitos solicitados para optar el título de Odontólogo, presento a usted la monografía titulada Operatoria Dental.

Con la valiosa colaboración del Dr. LUIS IGNACIO PEREZ SOLER quien estuvo al tanto de la evolución de esta monografía.

Espero que el contenido de esta sea de su total agrado y deseando sirva de orientación y consulta a los estudiantes de Odontología.

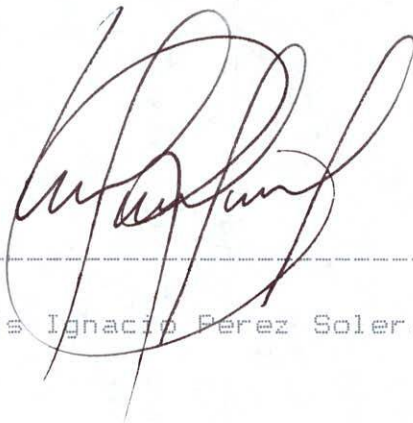
Atentamente,

Jully Hassan .P.  
JULLY HASSAN PATERNINA

APROBACION

La monografia titulada OPERATORIA DENTAL presentada por Jully Hassan. En cumplimiento parcial para optar el titulo de odontólogo.

Fue aprobada por el director de monografia .

A large, stylized handwritten signature in black ink, written over a horizontal dashed line. The signature is highly cursive and appears to be the name of the director.

Director: Doctor Luis Ignacio Perez Soler.

## AGRADECIMIENTO

Expreso mi agradecimiento al Dr. Luis Ignacio Perez Soler por su valiosa colaboración y asesoría y aquellas personas que en una u otra forma contribuyeron a la realización del siguiente trabajo.

## INDICE GENERAL

### INTRODUCCION

### CAPITULO I

1.1	APLICACIONES EN ODONTOLOGIA	2
1.1.1	Composici3n	2
1.1.1.1	Fabricaci3n	4
1.1.1.1.1	Procesamiento	5
1.2	COMPOSICION DE LAS ALEACIONES PARA AMALGAMAS	9
1.3	EFFECTOS DE LOS COMPONENTES DE LA ALEACION	10
1.4	ELABORACION DE LA ALEACION	12
1.4.1.1	Envejecimiento de las aleaciones para amalgamas	12
1.4.1.2	Homogeneizaci3n	14
1.4.1.3	Tama1o de la partcula	15
1.4.1.4	Partculas esf3ricas	17
1.4.1.5	Metalografia de la amalgama	18
1.5	ALTERACIONES DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE UNA AMALGAMA	20
1.5.1	Cambio dimensional	20
1.5.1.1	Medida del cambio dimensional	20
1.5.1.2	Teoria del cambio dimensional	21
1.5.1.3	Efecto de la contaminaci3n por humedad	23
1.5.1.4	Resistencia	24

## II

1.5.1.5 Efecto de la trituración	25
1.5.1.6 Efecto del contenido de mercurio	25
1.5.1.7 Efecto de la porosidad	25
1.5.1.8 Efecto en el tiempo de duración	26
1.5.2 Escurrimiento	27
1.5.2.1 Importancia	27
1.5.2.2 Medida del escurrimiento	27
1.6 ALGUNAS RECOMENDACIONES SOBRE LA MANIPULACION	28
1.6.2 Determinación de las proporciones aleación Hg.	28
1.6.3 Trituración	28
1.6.4 Condensación	30
1.6.5 Tallado	31
1.6.6 Bruñido	31
1.6.7 Pulido	31
1.7 AMALGAMAS MEJORADAS	31
BIBLIOGRAFIA	

## INTRODUCCION

Las últimas décadas han sido testigo de un aumento de los tipos y calidades de que dispone la profesión dental.

Estos avances se hacen debido en gran medida a las interacciones entre odontólogos clínicos y los especialistas en materiales dentales.

En muchos casos no existe gran diferencia entre muchos de estos productos.

Hemos hecho un enfoque para la presentación de las amalgamas y resinas dentales, sus usos propiedades físicas y químicas, además de su forma de manipulación.

En muchos aspectos los textos de materiales dentales actuales son, al mismo tiempo, demasiado complejos y aún así casi instantáneamente obsoletos.

Este trabajo satisfará las necesidades del estudiante de odontología y del profesional preveyendo conocimiento fundamental sobre poner al día con facilidad.

## CAPITULO I

### AMALGAMAS

#### 1.1 APLICACIONES EN ODONTOLOGIA

- 1- Restauraciones en los dientes posteriores.
- 2- Pequeñas restauraciones palatinas o linguales anteriores
- 3- Muñones para coronas completas.

##### 1.1.1 Composición

###### 1- Amalgama dental

La amalgama dental es una aleación en la que uno de sus componentes es el mercurio. El mercurio es un metal líquido a temperatura ambiental puede alearse con otros metales que estén en estado sólido.

El proceso de aleación se conoce como amalgamación.

El mercurio se combina con muchos metales, desde el punto de vista dental la unión que mas interesa es la de la aleación plata - estaño con pequeñas cantidades de cobre y zinc. Técnicamente esta aleación se denomina aleación para amalgama dental.

## 2- Aleación para amalgama dental

De todos los materiales dentales, la amalgama de Plata - Estaño - Mercurio es la mas utilizada para restaurar las estructuras perdidas de los dientes.

Las aleaciones de fase dispersa constan de una mezcla física de la aleación convecional y entre un 10 y un 50 % de aleación del eutectico Plata - Cobre.

La amalgama resultante muestra menos creep y clinicamente se registra menor fractura marginal en comparación con la aleación convecional. Con el fin de obtener las mismas ventajas que tienen las aleaciones de fase dispersa, se han introducido nuevas aleaciones con alto contenido de cobre.

Estas aleaciones muestran menores cantidades de creep comparandola con aleaciones convecionales.

Se pueden obtener aleaciones preamalgamadas que contienen un 3 % de mercurio.

Son producidas tratando las partículas de aleación convecional con mercurio para facilitar su estructuración.

## 3- Mercurio

Se emplean mercurio altamente purificado para la trituración con la aleación para amalgama hasta formar, una masa plástica, que endurece por la reacción del fraguado.

### 1.1.1.1 Fabricación

#### 1- Producción del lingote

Se introducen los componentes en un horno en el que se mantiene una atmósfera reductora para impedir que se vaporicen en forma excesiva los componentes de más baja fusión punto de.

La aleación se cuela en lingotes. Durante el enfriamiento, los constituyentes solidifican desde la periferia hasta el centro, produciendo un lingote no homogéneo.

#### 2- Homogenización

Se colocan los lingotes en un horno a 400o C - 425o C durante varias horas, luego los lingotes son sumergidos en un baño para enfriarlos rápidamente y mantener la estructura deseada.

#### 3- Producción del polvo

Con el fin de producir polvo no esférico, el lingote se coloca en un torno o molino y se las reduce a finas partículas. Para reducir aún más el tamaño de las partículas, éstas se colocan en un molino a bolas. Las partículas se limpian con ácido, se lavan y se secan. El polvo puede transformarse en comprimidos.

#### 4- Envejecimiento

La acción de cortar, moler y formar tabletas, producen tensiones

que son eliminadas calentando las tabletas o el polvo a 100°C durante cierto tiempo. Esto asegura un producto estable que no cambie el tiempo de fraguado.

#### 1.1.1.1.1 Procesamiento

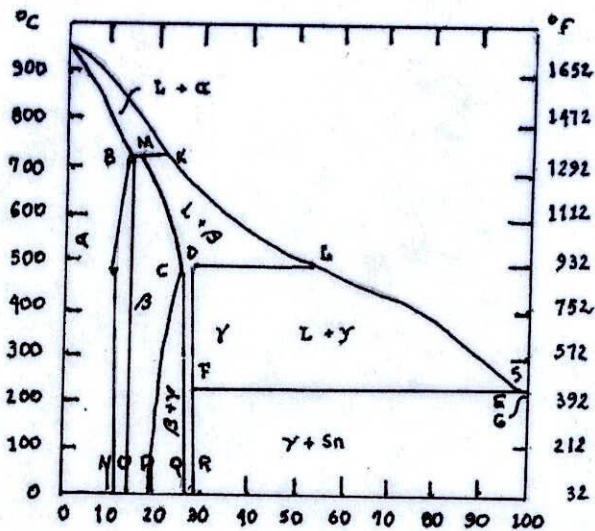
1- Formación de la amalgama a partir de las aleaciones Plata Estaño. Aunque el cobre y el zinc pueden intervenir en menores cantidades los principales componentes de la aleación son de plata y estaño.

Para comprender las reacciones que posteriormente toman lugar con el mercurio, es necesario conocer el diagrama de composición de estos dos elementos.

El liquidus está representado por las líneas AKLES y el solidus por la ABMCDFEG. Las líneas BN, MO, CP, y FB, son líneas solvus, mientras que BK y CL, son horizontales peritéticas. La FG es una horizontal eutéctica en E.

Las fases Alfa y Beta son soluciones sólidas de plata estaño y la fase Gama es el compuesto intermetálico  $Ag_3Sn$ .

La primera fase es la solución sólida Alfa que se forma en las composiciones de 0 a 11 % de Estaño aproximadamente. La transición de la fase Alfa a la fase Beta no es brusca para las aleaciones de menor contenido de estaño debido a que ambas fases, Alfa y Beta son Miscibles en el área NBMO. La solución sólida Beta solo solidifica a lo largo del solidus MC, pero cuando el contenido de estaño es más alto, es miscible en la fase Gama. Es de notar, así mismo, que la miscibilidad aumenta con el descenso de la temperatura.



COMPOSICION (ESTANO, POR CIENTO)

La fase Gama, un compuesto intermetálico, esta presente constituyendo una sola composición, cuyo análisis determina 73.15 % de plata y 26,83 % de estaño.

Cuando la cantidad de estaño es superior a lo que corresponde a la fase GAMA aparece una eutéctica de estaño y fase Gama, siendo el cristal primario la fase Gama.

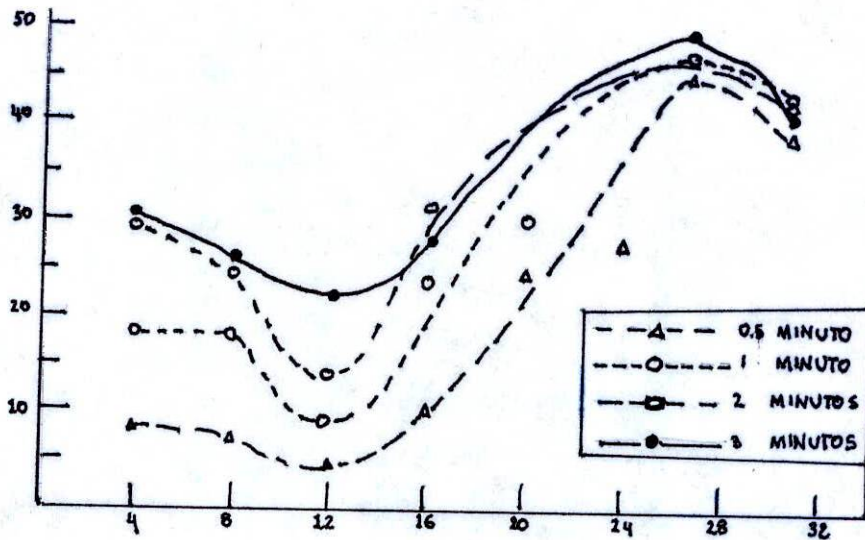
## 2- Amalgamas resultantes de distintas aleaciones

En la figura se muestran resistencias compresivas de algunas amalgamas constituidas con distintas composiciones de fases de aleaciones. El tiempo de mezcla de la aleación con el mercurio puede afectar las propiedades de la amalgama.

Las aleaciones empleadas en las primeras composiciones; 4 y 8 % de estaño son soluciones sólidas Alfa. De acuerdo con la figura 20,2 las otras aleaciones que siguen en orden corresponden a las siguientes fases: fase Alfa + fase Beta, fase Beta fase Beta + fase Gama, fase Gama y finalmente, fase Gama + fase Sn.

Es evidente que la resistencia comprensiva de las amalgamas, por lo general, aumenta con el aumento de tiempo de mezcla. Es, así mismo evidente que el máximo de resistencia con el mínimo efecto de la variación del tiempo de mezcla, se produce cuando la aleación se compone de la fase Gama. Cuando se utiliza una aleación de una composición de la fase Alfa + fase Beta se obtiene la amalgama más débil. Por último, también es manifiesto que la introducción de la fase eutéctica en la aleación debilita la amalgama.

Las aleaciones con alto contenido de plata se caracterizan, por lo común, por su lento régimen de amalgamación así como, también, por una expansión considerable durante el endurecimiento. Por el contrario, una amalgama proviene de una aleación de 24 % de estaño se endurece en menos de un minuto, mientras que otras amalgamas requieren de tres minutos a varias horas.



COMPOSICION ESTANO POR CIENTO

Es indudable que este fenómeno puede estar supeditado a regímenes de amalgamación, a unión de resistencias entre las fases de la amalgama y a la estructura interna, tal como formaciones combinadas. En verdad, en el contralor de las propiedades físicas de la amalgama, el contenido de estaño en la aleación es sumamente importante. Como se verá más adelante el contenido de estaño de las buenas aleaciones para amalgamas modernas está cerca de las de la composición de la fase Gama.

## 1.2 COMPOSICION DE LAS ALEACIONES PARA AMALGAMAS

En la tabla 3 se presenta la composición promedio de 83 aleaciones para amalgamas satisfactorias.

El alcance de la composición del estaño está entre 25 y 27 %. El cobre y el zinc remplazan al contenido de plata. El cobre sustituye a la plata en la fase Gama y para formar  $Cu_3Sn$ .

En Europa se venden algunas aleaciones preamalgamadas, pero ninguna se ha comercializado mayormente en los Estados Unidos. La especificación de la Asociación Dental Americana para aleaciones para amalgamas actual permite como máximo 3% de mercurio en la aleación.

TABLA 3 COMPOSICION TIPICA DE LAS ALEACIONES PARA AMALGAMAS MODERNAS\*

Metal	Promedio ( % )	Alcance ( % )
Plata	69,4	66,7-74,5
Estaño	26,2	25,3-27,0
Cobre	3,6	0,0- 6,0
Zinc	0,8	0,0- 1,9

\* Guide to Dental Materials, 3a edición, Chicago, American Dental Assn., (1966).

La presencia de mercurio permite una amalgamación más rápida. Tales aleaciones tienen aproximadamente las mismas cualidades de trabajo que poseen las de composición convencional.

### 1.3 EFECTOS DE LOS COMPONENTES DE LA ALEACION

La plata que es un principal componente, aumenta la resistencia de la amalgama y disminuye su escurrimiento.

Su efecto general es aumentar la expansión pero, como ya se vió, si entra en exceso ésta puede resultar de mayor magnitud que la necesaria. La plata contribuye a que la amalgama sea resistente a la pigmentación.

En presencia del estaño, también acelera el tiempo de endurecimiento requerido por la amalgama. Como ya se vió, el contenido de plata es demasiado elevado, la amalgama se contrae, el estaño se caracteriza por reducir la expansión de la amalgama o aumentar su contracción. Disminuye la resistencia y la dureza. Debido a que posee mayor afinidad con el mercurio que con la plata y el cobre, tiene además, la apreciable ventaja de facilitar la amalgamación de la aleación.

El cobre se añade en pequeñas cantidades reemplazando a la plata. En combinación con ésta tiende a aumentar la expansión de la amalgama. Sin embargo, si se usa una proporción aproximada superior al 5% la dilatación puede ser excesiva. La incorporación

del cobre aumenta la resistencia y la dureza de la amalgama y reduce su escurrimiento. También hace que ésta sea menos susceptible a las inevitables variaciones que se producen durante las manipulaciones que realiza el odontólogo.

El empleo del zinc en la aleación para amalgama es con frecuencia motivo de controversia.

Es raro que intervenga en una proporción superior al 1% por lo que es probable que esta pequeña solo ejerza una ligera influencia en la resistencia y en el escurrimiento de la amalgama. Sin embargo, contribuye a facilitar el trabajo y la limpieza de la amalgama durante la trituración y la condensación.

Desafortunadamente el zinc, aún en pequeñas proporciones, produce una expansión en presencia de humedad.

Las causas que provocan este efecto se describen mas adelante. El primer objetivo, al incluir zinc, fue el de lograr un lingote limpio luego de la fusión original de los componentes de la aleación. Este metal actúa como un barredor, ya que durante la fusión se une al oxígeno y a otras impurezas presentes y evita, de esta manera, la oxidación de los otros metales, en particular la del estaño.

Sin embargo, con los métodos modernos de fabricación, es posible obtener aleaciones de zinc aceptables. En realidad, teóricamente, el zinc no es esencial para la amalgama.

## 1.4 ELABORACION DE LA ALEACION

1.4.1 Aceptada la fórmula de la aleación y establecidas sus proporciones, el fabricante debe controlar un cierto número de factores. Como primera condición, es imperativo que los metales por usar estén en completo estado de pureza. Obvio es decir, que durante la fusión debe evitarse la oxidación de los mismos así como, también, la incorporación de cualquier clase de impurezas. Las mismas precauciones deben ser observadas en el colado del lingote. Por lo común, a éste se le da la forma de un cilindro que luego se lo conminuta en limaduras con instrumental apropiado. Estas limaduras se someten a un tratamiento térmico.

Se dejó establecido ya, que las diferencias existentes entre las distintas composiciones de aleaciones son pequeñas.

La mayoría de las veces, las diferencias observadas en las diversas aleaciones para amalgamas comerciales fincan, principalmente, en sus procesos de elaboración, donde se incluyen los cuidados tenidos en la misma, forma y tamaño de las limaduras y tratamientos térmicos empleados. Teniendo presente que el proceso de elaboración es llevado a cabo con cuidado y exactitud, el producto resultante merece el respeto del odontólogo en sus subsiguientes manipulaciones.

### 1.4.1.1 Envejecimiento de las aleaciones para amalgamas

Limaduras recién cortadas se amalgaman mucho más rápido y requieren más mercurio que otras que se hayan sometido a un tratamiento de ablande en agua hirviente durante 30 minutos.

De igual forma las amalgamas efectuadas son limaduras sin envejecer se expanden notablemente durante su endurecimiento, mientras que aquellas provenientes de limaduras ablandadas tèrmicamente, se expanden muy poco o, bien, se contraen.

Para establecer condiciones más estables y para que las amalgamas tengan cambios dimensionales y otras propiedades deseables, se acostumbra a ablandar o tratar tèrmicamente las limaduras.

El tratamiento tèrmico consiste en someter a las limaduras a una temperatura dada, durante un tiempo determinado.

Este proceso se denomina envejecimiento. Las aleaciones envejecidas producen amalgamas más resistentes y con menos escurrimiento.

Parece ser que el efecto del proceso de envejecimiento està relacionado con la liberación de ciertas microtensiones introducidas durante el corte de las limaduras obtenidas del lingote. Es probable que las microtensiones y dislocaciones afecten el règimen de la amalgamación aumentándolo en virtud de las imperfecciones del reticulado y su tendencia generalmente aumentada para el ataque químico. se ha teorizado que la liberación de tales microtensiones durante la amalgamación puede ser en parte la causa de la marcada expansión de las limaduras frescas.

El efecto del envejecimiento tambièn tiene relación con la estructura Ag Sn. De la aleación. Así por ejemplo, si a esta última se le añade más plata, la acción del envejecimiento es menos pronunciada. El correcto envejecimiento de la aleación es una parte importante del proceso de elaboración. Es necesario seleccionar un tratamiento de envejecimiento que asegure que los cambios dimensionales de la amalgama, reúnan los requisitos

establecidos en la especificación No 1 de la asociación dental americana y durante el almacenamiento, las limaduras no experimenten ulteriores envejecimientos que, al sumarse al anterior, produzcan amalgamas que contraigan durante su endurecimiento.

Las aleaciones para amalgamas modernas, por general, se envejecen adecuadamente durante su elaboración de tal manera que, durante su almacenamiento, bajo condiciones normales de temperatura, no experimentan cambios apreciables.

#### 1.4.1.2 Homogeneización

Si las aleaciones de plata estaño enfrian rápidamente se produce una estructura nucleada. Si esta estructura se homogeniza a 427° durante 24 horas presenta entonces, espacios intergranulares relativamente anchos. Este proceso, que muchos fabricantes lo realizan antes del corte de las limaduras, se conocen por ablandamiento por homogeneización.

La homogeneización asegura una composición más uniforme de las limaduras de manera particular cuando estas son muy pequeñas.

Las diferencias que se observan entre las limaduras homogeneizadas y las no-homogeneizadas son las siguientes:

- 1- Con limaduras sin envejecer la amalgama presenta menor tendencia a expansiones excesivas. Por el contrario, si se utilizan limaduras envejecidas la amalgama tiene mayor tendencia a contraer.

2- Para la trituración, las limaduras envejecidas requieren menos mercurio.

3- Después de la condensación, las limaduras preparadas con aleaciones envejecidas tienen una cantidad de mercurio ligeramente menor.

4- Durante la condensación, las amalgamas provenientes de aleaciones envejecidas presentan mayor cohesión.

5- Las propiedades de las amalgamas endurecidas, efectuadas con aleaciones envejecidas son menos sensibles a las variantes de la técnica.

6- Las amalgamas obtenidas con aleaciones envejecidas presentarán menor escurrimiento y un número de dureza Brinell ligeramente más bajo.

#### 1.4.1.3 Tamaño de la partícula

La mayor diferencia que existe entre las diversas aleaciones para amalgamas de que dispone el odontólogo, es muy probable que sea el tamaño y la forma de las partículas. Tanto la forma como el tamaño de éstas, depende del método del corte. Debido a la presencia de Ag Sn la aleación es frágil y por esta razón las limaduras durante el corte, tiende a ser finas e irregulares más que virutas, tales como las que se obtienen con las aleaciones de elevado contenido de estaño. Como en cualquier operación de corte de metales, el tamaño

de las partículas o granos, como a veces se les llama, dependen del tipo de instrumentos que se utilice y de la presión y régimen de velocidad con que se aplique.

Las partículas de corte fino son más pequeñas que las de corte grueso. Las primeras son típicas en lo que respecta a su tamaño pero no necesariamente en lo referente a su forma.

Estas partículas se han desmenuzado en un molidor a bolas y los bordes dentados se redondean.

A pesar de que el tamaño de las partículas de dos aleaciones sea diferente, las respectivas amalgamas resultantes pueden tener propiedades físicas semejantes. El tamaño de las partículas será indudablemente reducido durante la trituración.

La tendencia actual en la técnica de amalgamas se inclina a favor de las partículas de aleación de tamaño pequeño, ya sean de origen u obtenidas como resultado del proceso de la trituración.

Manteniendo los demás factores iguales, las partículas de menor tamaño tienden a producir un endurecimiento más rápido y una amalgama con una resistencia inicial mayor. Otra objeción que se hace al uso de partículas grandes es que no dan lugar a que la mezcla final de mercurio y la aleación tenga la lisura suficiente como para condensarla y adaptarla convenientemente a las paredes cavitarias. Además, atento a que la masa de la obturación está compuesta por las partículas de la aleación original rodeadas por las fases de mercurio, de mercurio - estaño y de mercurio - plata, el tamaño del grano original altera el carácter de la superficie terminada.

Cuando el material se ha endurecido parcialmente, se reconstruye la anatomía del diente tallando la amalgama con un instrumento filoso.

Si se ha utilizado una aleación de partículas grandes, las limaduras tienen propensión a ser expulsadas de la matriz y originar una restauración de superficies ásperas. En la filmina, las partículas de corte fino se amalgamaron y condensaron dentro de un molde circular. Luego que se hizo el tallado quedó una superficie más lisa que cuando se hizo lo mismo con las partículas de corte grueso. Es lógico suponer que la superficie más lisa, proveniente de los granos más pequeños, será en el medio bucal menos susceptible a la pigmentación y a la corrosión de lo que podría ser la superficie más rugosa, aunque ambas han sido pulidas. Un estudio clínico en 1425 restauraciones demostró que, durante un año de observación, las características superficiales de las restauraciones colocadas con aleación de grano pequeño, resultaron superiores a las de aquellas que se hicieron con aleaciones de granos más grandes. Las limaduras se pueden comprimir para darle la forma de pastillas, con lo que se facilita el suministro y el proporcionado.

En este caso, por lo común, se utilizan las aleaciones de partículas más pequeñas.

#### 1.4.1.4 Partículas esféricas

Por un proceso de atomización es posible preparar la aleación en forma de partículas esféricas. Al igual que lo que acontezca con las aleaciones convencionales, las propiedades físicas de las amalgamas preparadas con las partículas esféricas están influenciadas por el tamaño de éstas. Las mejores propiedades y características se obtienen cuando se utilizan partículas esféricas

de tamaños graduales.

El empleo de partículas esféricas depara diversas ventajas.

Con una presión de condensación, se pueden lograr valores de resistencias compresivas y traccionales comparables a los obtenidos con las aleaciones de partículas convencionales.

Las partículas esféricas se pueden amalgamar con mayor prontitud con menos mercurio del que se necesita para hacer lo propio con las partículas comunes. La superficie de la obturación terminada parece ser ligeramente más lisa y menor susceptible a formar vacíos macroscópicos, como es característico en la de amalgamas preparadas con las aleaciones de partículas convencionales. Aunque el comercio ha suministrado por lo menos una aleación de partículas esféricas, para dilucidar estas observaciones son necesarias aún investigaciones adicionales.

#### 1.4.1.5 Metalografía de la amalgama

En la filmina No se muestra una microfotografía de la estructura de una amalgama dental típica. Las estructuras irregulares con superficies acribilladas no son sino partículas de limaduras, o sea la fase. Es evidente que se trata de una estructura nucleada, donde la fase yeta conforma los núcleos. La identificación de las fases de la matriz es dificultosa y se presta a controversias. Para un cabal conocimiento de la reacción mercurio fase yeta, es esencial la identificación e interpretación de la microestructura de la matriz y esta es la razón por la que la teoría de dicha reacción no es completa, a descripción que sigue ésta basada sobre una estimación de los conceptos teóricos generales aceptados.

Cuando las limaduras se trituran con el mercurio, éste se alea con aquellas y producen dos fases nuevas conocidas como yeta 1 y yeta 2.

La yeta 1 cristaliza primero en el sistema cúbico a cara centrada con la fórmula  $Ag_2 Hg_3$ .

La fase yeta 2 es una amalgama de Sn-Hg con un reticulado espacial exagonal. Aunque se forma después la fase yeta1, su régimen de cristalización es más rápido. La reacción es similar a una formación peritética en el sentido de que las dos fases que contienen mercurio forman rápidamente una funda sobre las partículas de la aleación que retarda la reacción inhibiendo la ulterior difusión del mercurio libre en las limaduras o fase yeta.

En la práctica, la trituración o proceso de mezcla permite una cantidad considerable de cristalización inicial. A medida que la fase yeta y el mercurio se mezclan, las fases yeta1+yeta2 son desprendidas de la superficie de las limaduras debido a la fricción de la trituración, y, de esta manera, hay oportunidad de que tomen ulteriores reacciones entre las partículas y el mercurio. Una vez que la masa ha sido condensada en la cavidad dentaria, las reacciones posteriores se hacen progresivamente más lentas, por que la vaina es permanente ese período. Por su puesto, la cantidad de yeta 1 y yeta2 producidas depende de la cantidad de mercurio libre presente.

Si el contenido de Sn de la aleación es superior a 27 X 100, de tal modo que esta presente la eutéctica y-Sn, aparece el Sn y hay que incluirlo en la ecuación.

El mayor defecto de la estructura de la amalgama dental radica en su naturaleza multifásica. Esta estructura produce estructuras

fraccionales bajas e inferior resistencia a la corrosión.

## 1.5 ALTERACIONES DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE UNA AMALGAMA

### 1.5.1 Cambio dimensional

La amalgama puede expandirse o contraerse según se manipulen. En teoría, el cambio dimensional debería ser pequeño. Una contracción intensa causa microfiltración y formación de caries bajo la restauración. Una expansión excesiva puede ejercer presión sobre la pulpa dental y origina dolor postoperatorio o protrusión de la restauración.

#### 1.5.1.1 Medida de cambio dimensional

El cambio dimensional de la amalgama varia según se comprima la amalgama durante su colocación. Al comprimir una muestra decresera la expansión o se incrementara la contracción. Un retraso en el inicio de la medición hara que disminuya la medida de contracción o a la inversa, hara que aumente la medida de expansión. La especificación No. 1 de la A.D.A exige que la amalgama no se contraiga ni se expanda en más de un 20  $\mu\text{m}/\text{cm}$ . Esta expansión se mide entre un minuto y 24 horas después de haber empezado la trituración, mediante un dispositivo cuya exactitud sea de al menos 0.5 $\mu\text{m}$ . La prueba se hace 37 $^{\circ}$  centigrados en muestras de 8mm de longitud y 4mm de diametro.

### 1.5.1.2 Teoría del cambio dimensional

Casi todas las amalgamas modernas muestran una contracción neta cuando se tritura con un amalgamador mecánico. El cambio dimensional puede describirse como en el cual la muestra experimenta una contracción por cerca de 20 minutos después del inicio de la trituración y entonces empieza a expandirse. Sin embargo, el comportamiento de las modernas amalgamas no es tan simple.

Cuando el mercurio se mezcla con las partículas de la aleación, la plata y el estaño se disuelven en él. Durante los primeros dos o tres segundos los cristales yeta1 Ag-Hg se precipita a partir de la plata saturada de mercurio. La contracción ocurre cuando las partículas se disuelven y la fase yeta1 crece. De este modo la contracción continuara mientras dure el crecimiento de la fase yeta1. Los cristales Yeta1 crecen por eso chocaran entre sí. En condiciones adecuadas, estos choques de yeta1 causarían una presión del exterior, que se opondría a la contracción. La expansión ocurriría si los cristales yeta1 chocan y si hay suficiente mercurio líquido como para proporcionar una matriz plástica. Después de que se ha formado una matriz rígida y el crecimiento, de los cristales yeta1 no podra hacer que la matriz se expanda. En vez de crecer para forzar a otros cristales yeta 1 hacia el exterior los cristales yeta 1 crecerán dentro de los espacios intersticiales que contienen mercurio. La expansión podra observarse si hay suficiente mercurio en la mezcla al iniciarse la medición del cambio dimensional.

La contracción también es observable, así la manipulación en la que

interviene una menor cantidad de mercurio en la mezcla favorecerá la contracción. En este tipo de manipulación se utilizan bajas relaciones aleación-mercurio y mayores presiones de condensación los procedimientos de manipulación en la que interviene una menor cantidad de mercurio en la mezcla favorecerá la contracción.

Los procedimientos de manipulación en la que se apresura la colocación de la amalgama y la consumo de mercurio también favorecerán la contracción y exigen una trituración que dure más y el uso de aleaciones que tengan partículas más pequeñas. Una alta presión de condensación sacará el mercurio de la amalgama. Esto causará una baja relación entre aleación y mercurio.

Si el tamaño de las partículas pequeñas presentan un mayor área de superficie por unidad de volumen que las partículas más grandes.

Al disolverse un área de superficie más amplia, la plata entra en solución con mayor rapidez, la fase yeta 1 crece en la solución también con mayor rapidez, la fase yeta 1 crece en la solución

Con mayor premura y se acelera el consumo de mercurio. La medición del cambio dimensional casi de todas las modernas amalgamas indica una contracción neta, mientras que las mediciones antiguas contenían partículas más grandes y se mezclaban según relaciones más altas de aleación-mercurio que las reacciones según las cuales se mezclan las amalgamas actuales y al preparar las muestras se usaba la trituración manual y amalgamadores mecánicos de alta velocidad. Estos factores favorecen la expansión de las muestras de algunos años de antigüedad y la contracción de las preparadas mediante técnicas. Los cristales del  $\gamma_1$  que suelen formarse en la

amalgamación, se consideran suficientemente plásticos y por ello fluirán por los poros y espacios en vez de confinar a los cristales y  $\gamma_2$  durante el crecimiento. Así el crecimiento de  $\gamma_2$  no parece contribuir al cambio dimensional de la amalgama.

#### 1.5.1.3 Efecto de la contaminación por Humedad

Algunas amalgamas mezcladas continúan expandiéndose al menos por 2 años, se ha sugerido que esta expansión se puede relacionar a la desaparición de algunas o todas las fases  $\gamma_2$  en las amalgamas con alto contenido de cobre y  $\text{Sei}$  se manipulan en forma apropiada, la mayor parte de las amalgamas presentan poco cambio dimensional después de 24 horas. Si la humedad llega a contaminar la amalgama se produce una expansión considerable la cual comienza entre los 3 y 5 días y continúa meses, al alcanzando valores superiores a 400 $\mu\text{m}$  (0.4%). Este tipo de expansión se denomina expansión retardada o secundaria. La expansión retardada tiene que ver con el zinc con agua, pues no se registra en amalgama carentes de zinc. Se ha probado que la sustancia contaminante es el agua, sea pura o contenga sales inorgánicas. El hidrógeno es uno de los productos de la reacción del agua y del zinc. Se produce por la reacción eléctrica entre el zinc, el electrolito y los elementos anódicos presentes; no se combina con los constituyentes de la amalgama sino se colecta dentro de la restauración.

La presión interna del hidrógeno puede elevarse a niveles bastantes altos para cuasar el escurrienteo de la amalgama y originar así la expansión.

#### 1.5.1.4 Resistencia

La resistencia necesaria para impedir la fractura es un requisito fundamental de todo material de restauración. La fractura de una pequeña área de manera especial en los márgenes, acelera la corrosión, da lugar a la caries secundaria y ocasiona la subsecuente falla clínica. Los defectos en los márgenes de las amalgamas suelen ser más comunes.

##### -Medición de la resistencia

Durante muchos años se midió la resistencia de la amalgama dental bajo compresión, usando una muestra cilíndrica de dimensiones comparables al volumen de una restauración de amalgama característica.

Medida de esta manera la resistencia a la compresión de una amalgama satisfactoria debe ser de 310 MP.

Cuando se manifiestan la amalgamas, en forma apropiadas, se obtiene una mayor resistencia a la compresión. Después de 7 días las amalgamas de alto contenido de cobre son más resistentes que las que tienen en menor proporsión, la resistencia a la compresión que presentan las amalgamas simples es de doble que el de las otras amalgamas. La resistencia de la amalgama es más adecuada para soportar cargas de compresión, la amalgama es mucho mas débil en tensión que en compresión. Las amalgamas de alto contenido de cobre y las bajo presentan resistencia a la atracción que varia de 48 a 70 MP (7000- 1000 lbX pulgs).

Las tracciones por tracción pueden ocurrir con facilidad en las restauraciones con amalgamas. La resistencia de la dentina que

circundan la restauración es de 80 MPa(40.000 lbs X pulgs), La dentina tiene muy poca elasticidad, por lo que debe preservarse tan estructura dental como sea posible a fin de evitar la exposición de la dentina a la restauración o se fractura con las fuerzas masticatorias.

#### 1.5.1.5 Efecto de la trituración

Depende de la amalgama, del tiempo de trituración y de la velocidad del triturado.

#### 1.5.1.6 Efecto del contenido de mercurio

Cada partícula de la aleación debe ser mojada con mercurio, si no se logra se obtendrá una masa granulosa y seca, la cual favorece a la corrosión, sin embargo, el mercurio en exceso disminuye la resistencia. Cuando el contenido de mercurio va de 45 a 53% en peso, no produce un efecto significativo en la resistencia decrece considerablemente a medida que aumenta el mercurio.

Las amalgamas que contienen poco mercurio tienen más partículas de aleación (más fuertes) y tiene menos fases matriz (más débiles)

#### 1.5.1.7 Efecto de la porosidad

Los espacios y la porosidad han sido considerados como factores que afectan a la resistencia a la compresión de las amalgamas. Estas porosidades están relacionadas con ciertos factores como la plasticidad de la mezcla.

El incremento de la presión de condensación mejora la adaptación de los amalgamas a la preparación de la cavidad. Con las aleaciones esféricas, los espacios no constituyen un problema en estas amalgamas. Puede aplicarse una ligera presión sin peligro de alterar sus propiedades.

#### 1.5.1.8 Efecto en el tiempo de duración

Un elevado porcentaje de las restauraciones con amalgama se fracturan al poco tiempo de inserción. La amalgama no adquiere resistencia con la rapidez deseada. Después de 20 min. La resistencia a la compresión es de solo 6% de la que presenta al final de la primera semana. Un buen índice del grado de endurecimiento es la prueba de la hora de resistencia, exigida por la A.D.A No. 1 Esta estipulada una resistencia mínima de 80 MPa. En amalgama de composición simple con alto contenido de Cu la resistencia a la compresión en una hora es excepcionalmente elevada.

Estas resistencias tienen sus ventajas clínicas, como limitar sus posibilidades de fractura si el paciente muere por accidente, en el lapso breve después de abandonar el consultorio, se endurecen con rapidez después de su colocación y permiten preparar amalgamas de diseño para coronas y tomar impresiones en breve tiempo.

Si se usa una amalgama de endurecimiento rápido la resistencia a la restauración puede ser rebajada al principio.

## 1.5.2 Esgurrimiento

### 1.5.2.1 Importancia

del esgurrimiento en el rendimiento clínico de la amalgama. Las márgenes de las amalgamas con alto grado de esgurrimiento son afectadas en forma considerable. Las amalgamas con alto contenido de Cu tienen un esgurrimiento de 0.4 o menos. El esgurrimiento es de importancia y debe asumirse con criterio al seleccionar una aleación comercial. Conviene seleccionar la que tenga un grado bastante bajo de esgurrimiento.

### 1.5.2.2 Medida del Esgurrimiento.

Los valores de esgurrimiento de la ADA No. 1 a las amalgamas con alto contenido de Cu varía 0.80 y 8.00%. Como ya vimos las de alto contenido en el cobre tienen valores más bajos.

-Efectos de las variables de Manipulación sobre el esgurrimiento.

El grado de esgurrimiento puede variar si se altera el tiempo de tituración y la presión de condensación. La trituración en exceso o efectiva incrementa el grado de esgurrimiento.

Si existe una demora entre la trituración y condensación el grado de esgurrimiento aumenta.

Los factores que incrementan el contenido final de mercurio en una aleación aumentarían el grado de esgurrimiento, una alta presión de condensación exprimaría el mercurio, bajando el contenido final de Hg en la amalgama disminuyendo el grado de esgurrimiento.

## 1.6 ALGUNAS RECOMENDACIONES SOBRE LA MANIPULACION

### A. Selección del material

Siempre con alto contenido de cobre. Llámase así o de fase dispersa.

Ojalá con paladio. Nunca obtener aleaciones no convencionales antiguas y peor si contienen zinc.

El zinc en contacto con una gotita de saliva hidrotiza a los tres días así:  $Zn + H_2O \rightarrow Zn + H$

El hidrógeno ocasiona dilatación hasta de 200 micrones que a los 10 días produce un intenso dolor al paciente que obliga al profesional a retirar la amalgama.

### 1.6.2 Determinación de las proporciones aleación Hg

Del anterior estudio se desprende que todo el mercurio se va formar gamma 1 y gamma 2. La segunda ya no existe, la primera es la que participa en mayor cantidad dentro de todos los componentes de cualquier amalgama y sus propiedades físicas son las más inferiores por lo tanto a menor cantidad de Hg mejor amalgama resultante.

Se aconseja 50 partes de aleación con 46 partes de Hg en peso. De todas maneras lo mejor es adquirir el producto ya dosificado en cápsulas.

### 1.6.3 Trituración

Durante años las partículas de las aleaciones fueron de forma laminar, espicular y su tamaño es de 35 um, fueron llamadas

incorrectamente "LIMADURAS" y hoy son las partículas laminares o espiculares. Para obtener la masa adecuada plasticidad es necesario mezclarlas con una alta cantidad de mercurio.

5 partes en peso de aleaciones.

8 partes en peso de mercurio.

Más adelante Eames logró igualar las cantidades y recientemente se fabricaron las partículas esféricas con tamaños inferiores y con ello se mermodó aún más la cantidad de mercurio. 50 aleación 46 Hg.

Amalgamas con partículas esféricas desarrollan a las 24 horas hasta el 9% de sus resistencias. Amalgamas con partículas pilimorfas desarrollan a las 24 horas hasta el 70% de sus resistencias.

Para poder conservar las ventajas magnificas de las esféricas, los fabricantes produjeron las aleaciones mixtas y así se ha logrado el éxito presente.

Todas las aleaciones de fase dispersa son actualmente mixtas. Como durante la producción, la totalidad de esferas se revisten de una capa de oxido de estaño es necesario el uso de amalgamador mecánico de 4.000 ciclos por minuto, con una amplitud de 50 mm.

D. F. willians dice: la mezcla manual no es conveniente, ni permite obtener resultados consistentes ya que es difícil juzgar las importantes variables de fuerza y velocidad.

Beigelis y Macchin realizaron experiencias en relación con los posibles cuidados a tener frente a las trituración de aleación de alto contenido de Cu.

Concluyeron:

a- Que el pilón que debe contener cada cápsula en su interior es necesario para facilitar su adecuada reeacción entre los componentes y una buena condensación.

b- Que las trituraciones con amalgamador de menos eficiencia o manual son deficientes.

Puesto que solamente se logran las correctas resistencias inicial y final con el uso de amalgamador potente.

El tiempo de trituración es de 10 segundos pudiendo ser modificado en función del producto triturado.

#### 1.6.4 Condensación

Con sus objetivos:

- 1- Rellenar la cavidad sin dejar burbujas.
- 2- Eliminar el mercurio.

Pasos:

- 1- Debe realizarse con condensadores de la forma adecuada al lugar donde se condensa y de un diámetro de 2mm pues, la presión es inversamente proporcional al cuadro del diámetro de la parte activa del condensador.
- 2- Llevar a las cavidades proporciones de 3 a 5mm densando en forma centrifuga.
- 3- Preparar nueva amalgama cada 3.5 minutos.

Sin embargo, lo más aconsejable es el uso del condensados mecánico.

Ellos pueden actuar:

- a. Por impacto.
- b. Por intensa vibración.
- c. Por energía ultrasónica.

#### 1.6.5 Tallado

Debe realizarse inmediatamente se termine la condensación. Al oír ruido metálico.

#### 1.6.6 Bruñido

Se hace con una torunda de algodón o con una copa de caucho con movimientos suaves y pasta para pulir. El bruñido mejora la adaptación marginal, aumenta la resistencia a la corrosión y aumenta la dureza.

#### 1.6.7 Pulido

Nunca en la misma sesión ni antes de 48 horas.

### 1.7 AMALGAMAS MEJORADAS

Desde que se introdujeron las amalgamas dentales como material plástico de obturación hasta el año de 1963 en que Innes D.B.K-YOUEDELIS W.V. introdujeron modificaciones en la composición de las aleaciones, se sufrió universalmente por parte de los pacientes, las secuelas de las cuatro situaciones comentadas. Todas ocasionadas por la presencia de la gama 2.

Solo 20 años después, es cuando se establecen en Colombia con amplio surtido de aleaciones de fase dispersa y un sólo producto con paladio.

La modificación operada consiste en remplazar la 1/3 parte de la fórmula convencional y antigua Ag 65% Sn - 25% Cu - 6% Zn - 2% por una liga eutéctica (aleaciones en que las partes son totalmente insolubles entre sí). Constituida por:

Plata 78%

Cobre 22%

Queda la nueva fórmula así:

Ag 65%      Ag 78%

Convencional Sn 25% Eutéctico

2/3 Partes Cu 10%    1/3 parte Cu 22%

No se incluye en zinc porque ya fue suprimido.

Paffenbarger y otros encontraron que las aleaciones Dispersalloy y Optaloy 11 contiene Zn.

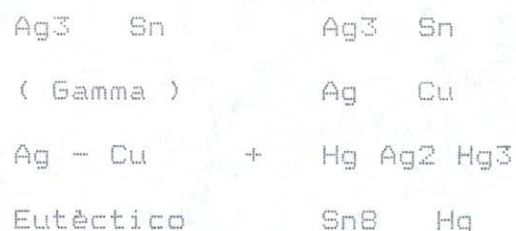
Estas nuevas aleaciones han sido denominadas de alto contenido de cobre y otros fabricantes las llaman de fase dispersa.

La introducción de esta liga ha despejado casi en su totalidad las dudas y temores ocasionadas por las cuatro conclusiones comentadas anteriormente. A los 7 días de obturar, el cobre del eutéctico ataca a la Y2 y con la totalidad del estaño forma un nuevo compuesto intermetálico que cristaliza en reticulado cúbico, de fórmula química  $Cu_6Sn_5$  con una resistencia a la compresión de 6000 Kg X  $Cm^2$  y se denomina: FASE ETA.

Reduciendo el estaño componente de la Gamma 2 por el PMA (ácido fosfomolibdico ) da como resultado azul de molibdeno fácil de apreciar a la izquierda de la figura.

La plata sobrante del eutéctico se une al mercurio que formaba Y2 y producen entre ambos nueva cantidad de  $Ag_2 Hg_3$  Gamma 1 con las mismas propiedades de la Y1 original en forma de solución sólida.

Las reacciones químicas quedan así:



A los siete días

Ag<sub>3</sub> Sn La Gamma 2 Sn<sub>8</sub> Hg desaparece

Ag Cu

Ag<sub>2</sub> Hg<sub>3</sub>

Cu<sub>6</sub> Sn<sub>5</sub>

Ag<sub>2</sub> Hg<sub>3</sub>

Fórmula	Reticulado especial	Resistencia a la Compresión	Nombre
Ag <sub>3</sub> Sn	Ortorómbico	5.300 Kg X cm <sup>2</sup>	Gamma
Ag Cu	Cúbico	8.000 Kg X cm <sup>2</sup>	Eutético
Ag <sub>2</sub> Hg <sub>3</sub>	Cúbico	1.700 Kg X cm <sup>2</sup>	Gamma 1
Cu <sub>6</sub> Sn <sub>5</sub>	Cúbico	6.000 Kg X cm <sup>2</sup>	Fase Eta
Ag <sub>2</sub> Hg <sub>3</sub>	Cúbico	1,700 Kg X cm <sup>2</sup>	Gamma 1

Al desaparecer la Gamma 2 desaparece la causa de todas las cuatro situaciones negativas tantas veces recordadas.

Según las últimas comprobaciones ella es: 6.450 Kg X cm<sup>2</sup>.

Lo mismo sucede con la resistencia a la tracción, la disminución notable del escurrimiento y la ausencia de la corrosión.

Quedaba como una posibilidad de mejora, el aumento de las propiedades físicas de la Gamma 1.

Ella se obtuvo agregando la fórmula, 1% de paladio, metal noble que cristaliza en el sistema cúbico a cara centrada.

Los investigadores japoneses y nórdicos, han constatado que la cantidad de Pd es crítica. Tanto al aumentarla como al disminuirla la acción positiva disminuye. Investigadores japoneses como MICHIO OTHA y otros han aumentado las cantidades de Pd y agregan oro. Los resultados positivos aún no son como para modificar las fórmulas actuales. Otro gran beneficio que proporciona el uso de aleación con alto contenido de cobre y paladio es que la Gamma 2 no se produce nunca. De inmediato el eutéctico reacciona con el estaño formándose la fase FASE ETA y más cantidad de  $Ag_2Hg_3$ . La conclusión clínica es que al paciente no hay necesidad de perderle cuidado en su masticación durante los primeros 7 días, ya que la Gamma 2 se produce y dura ese lapso de tiempo sólo cuando se usan aleaciones con alto contenido de cobre pero sin paladio.

Sin embargo el hecho de superar a las aleaciones con alto contenido de cobre ó fase dispersa en el aumento de la resistencia y no contener Gamma 2 desde el mismo momento de la trituración no es para nosotros motivo serio que nos incline a recomendar el uso exclusivo de "VALIANT" Dentsply "CAULK".

## INDICE DE FILMINAS

- Filmina No. 1 Contenido estaño por ciento.
- Filmina No. 2 Composición estaño por ciento.
- Filmina No. 3 Mezcla Amalgama con zinc.
- Filmina No. 4 Mezcla amalgama con cobre.
- Filmina No. 5 Partículas de aleación grano fino y grueso.
- Filmina No. 6 Contracción de la mezcla.
- Filmina No. 7 Composición del cobre por ciento.
- Filmina No. 8 Partículas del mercurio.
- Filmina No. 9 Diferentes tipos de aleaciones.
- Filmina No. 10 Corriente eléctrica entre dos restauraciones.
- Filmina No. 11 Cristalización de la amalgama.
- Filmina No. 12 Reacción mercurio-aleación.
- Filmina No. 13 Otras aleaciones.
- Filmina No. 14 Amalgama mejorada.
- Filmina No. 15 Fase Gamma dos.
- Filmina No. 16 Amalgamación manual
- Filmina No. 17 Producto de la amalgamación
- Filmina No. 18 Dispensadores.
- Filmina No. 19 Amalgamadores eléctricos.
- Filmina No. 20 cápsulas para amalgamar.

## BIBLIOGRAFIA

SKINNER E. PHILLIPS RALPH W. La ciencia de los materiales dentales. Interamericana. México 1976

PALLADIUM ENRICHMENT VALIANT CULK DENTSPLY. 1982

ALCIRA A. BEIGERIS. RICARDO L. MACCHI. Aspectos de la trituración de una amalgama con alto contenido de cobre. Rev. Asoc. Odont. Argentina. Vol. 70 págs 21-26. No 1. Enero de 1982

BOWLES WILLIAM H. Modification of a simple method for determination of gamma 2 phase of dental amalgam. The journal of prosthetic Dentistry. 47: 514-517. Mayo 1982