

196  
21



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

**FACULTAD DE ODONTOLOGIA**

**CAUSAS DE FRACASO EN LA TECNICA  
DE AMALGAMA**

**T E S I S I N A**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
**CIRUJANO DENTISTA**  
P R E S E N T A  
**JOSE LUIS ORTEGA TRUJILLO**



ASESOR: C.D. JOSE TORRES ALONSO.  
COORDINADOR: C.D. GASTON ROMERO GRANDE.

MEXICO, D. F.

VO. B. O.  
27-XI-97  
1997.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

***AGRADECIMIENTOS.***

***A Dios:***  
***Por que sin tí y tu bendición no hubiera encontrado el camino para realizarme como ser humano.***

***A La U.N.A.M.***  
***y a la Facultad de Odontología:***  
***Por darme la oportunidad de adquirir mi formación profesional siendo está una de mis principales metas.***  
***Gracias por permitirme pertenecer a está gran casa de estudio.***

***Al Dr. José Torres Alonso:***  
***Por la asesoría de esté trabajo.***

***A mis profesores y amigos***  
***de la facultad de Odontología:***  
***Por haber compartido momentos tan agradables.***

*A mis padres*

*.Luis Ortega Vázquez y Ma.Teresa Trujillo:*

*Por darme todo su apoyo y amor.*

*Gracias por influir en mi para terminar con este objetivo tan  
anhelado,este logro les pertenece.*

*A Esmeralda:*

*Por demostrarme que con responsabilidad y esfuerzo se puede  
alcanzar una meta.*

*Al Dr. Jorge Raúl González P.*

*Por su apoyo , ejemplo y amistad incondicional.*

## INDICE

INTRODUCCION.....	1
HISTORIA.....	2
GENERALIDADES.....	3

### PREPARACIONES CAVITARIAS PARA EL USO DE AMALGAMAS

Cavidades clase I.....	5
Cavidades clase II.....	10
Cavidades clase III.....	14

### CARACTERISTICAS Y MANEJO DE LA AMALGAMA

Toxicidad.....	17
Composición.....	21
Aleaciones convencionales.....	22
Reacciones.....	23
Aleaciones ricas en cobre.....	26
Fabricación de la aleación.....	27
Selección del producto.....	27
Manipulación.....	28
Dosificación.....	28
Proporción de mercurio y aleación.....	29
Métodos de mezclado.....	30
Trituración.....	31
Condensación.....	33
Modelado y tallado.....	35
Pulido.....	36
Reacción de fraguado de las amalgamas.....	36

## **PROPIEDADES DE LA AMALGAMA**

Cambio dimensional.....	38
Infiltración marginal.....	39
Resistencia.....	39
Deformación plástica (estiramiento).....	41
Perdida de lustre y corrosión.....	41
Fracaso marginal.....	43
Difusión térmica.....	43
Propiedades biológicas.....	44

## **CAUSAS DE LOS FRACASOS**

Al operador.....	47
Al material .....	50
Al paciente.....	52
CONCLUSIONES.....	53
BIBLIOGRAFIA.....	54

## INTRODUCCION

No pretendo hacer un estudio profundo sobre la técnica de aplicación de la amalgama y así como a los factores que la llevan al fracaso, ya que los distintos aspectos que encierra son de por sí bastante extensos.

Me concretaré a un trabajo que abarque las propiedades físicas, químicas y biológicas de la amalgama y como influye el profesional, el material y el paciente en el fracaso de ésta.



## HISTORIA

Se atribuye a M. Traveau haber utilizado el primer compuesto de amalgama dental de plata-mercurio, en 1826, en París, Francia.

En 1833, los hermanos Crawcour la presentaron a la profesión dental en América como el "Sucesor Mineral Real" un sustituto para el oro. El caos que sobrevino en la odontología organizada de ese tiempo se conoce históricamente como la "Guerra de la amalgama".

Los doctores J. Foster Flagg y G.V. Black; estudiaron la amalgama y las investigaciones de Black lo llevaron, en 1896, al desarrollo de la fórmula que se conoce en la actualidad.

La gran importancia de la amalgama se debe a que es el material restaurativo individual más empleado en odontología. Además, la relativa facilidad de su manipulación quizá favorezca el abuso, al utilizarse aun en casos donde no está indicada. Los odontólogos deben reevaluar continuamente las indicaciones de los diversos procedimientos restaurativos en relación a su habilidad de ejecución y práctica individuales, considerando las limitaciones de las propiedades físicas de los materiales empleados.

## GENERARILADES

La amalgama es el material restaurador más usado en todo el mundo. Se calcula que sólo en los ESTADOS Unidos el 75% de las restauraciones colocadas son de amalgama. Eso se debe, naturalmente, a las buenas propiedades y al buen desempeño clínico del material. La amalgama es, quizás, el único material que aunque esté mal trabajado presta años de servicio al paciente. Encontramos muchas veces restauraciones de amalgama de pésima calidad a las cuales llámanos jocosamente "amalgamas" y que, sorprendentemente, con frecuencia, no presentan recidiva de caries ni compromiso pulpar.

La amalgama de buena calidad, cuando es correctamente manipulada, resiste razonablemente al deterioro en el medio bucal. Presenta, sin embargo, algunas deficiencias, como manchas superficiales, deterioro marginal y alguna corrosión.

Esos factores negativos, fueron minimizados o eliminados, con el advenimiento de las aleaciones modernas, de alto contenido de cobre, que contienen poca o ninguna fase gamma 2 (mercurio-estaño). Presente en las aleaciones convencionales, y diez veces más corrosible que en la fase cobre estaño, que la sustituye en las aleaciones de alto contenido de cobre.

Aún cuando haya sido condensada correctamente, la amalgama no presenta una buena adaptación inicial a la cavidad, lo que obliga al uso de un barniz, cavitario para el sellado marginal. Con el tiempo la interface diente-material restaurador va siendo llenada por productos de corrosión que favorecen al sellado de los márgenes.

Por se un material friable, la amalgama sólo presenta buenas propiedades mecánicas en espesores superiores a 1mm o mas, lo que la contraindica para cavidades poco profundas o par recubrimiento de cúspides. Clínicamente, uno de los inconvenientes de la amalgama es que sus propiedades mecánicas sólo tienen los valores necesarios para soportar las cargas oclusales algunas horas después de su inserción en la

cavidad (después de 30 minutos su resistencia a la compresión es de apenas 6% de la resistencia final).

Algunas aleaciones de fraguado rápido tienen valores más altos, como se describe más adelante.

La amalgama transmite bien las variaciones térmicas del medio, lo que obliga a una protección pulpar criteriosa.

Su manipulación aparentemente fácil, a primera vista, presenta problemas en cavidades complejas de Clase 2 para la reproducción adecuada de los contornos axiales y de los contactos interproximales. Lo mismo se verifica cuando las cavidades son de acceso y visibilidad difíciles. La apariencia visual de la amalgama es desagradable, por su color plateado y por su brillo, pero la mayoría de los pacientes prefieren la amalgama al oro, en lo que se refiere a estética.

La amalgama es biológicamente compatible con la pulpa y con tejidos gingivales si se obedecen los requisitos técnicos de protección pulpar, pulido y los principios que determinan un buen sellado marginal.

La amalgama no posee, intrínsecamente, elementos protectores de los márgenes contra la caries y la adición de flúor a su composición no produjo ninguna ventaja comprobada.

## **PREPARACIONES CAVITARIAS PARA EL USO DE AMALGAMAS.**

Existe una clara evidencia de que una preparación inadecuada de la cavidad es la causa principal del fracaso de las restauraciones con amalgama. Las manifestaciones de una preparación inadecuada son las caries recurrentes, la fractura de la amalgama y la alteración periodontal y pulpar, como ya se mencionó anteriormente al igual que su segunda causa.

Considerando los avances actuales en las técnicas de preparación, principalmente los cortes más precisos y las nuevas aleaciones, es probable que un estudio estadístico reciente constataste que el índice de fracasos de la amalgama se ha reducido.

Durante un tiempo se pensó que las preparaciones de anchura oclusal extrema incrementaban la longevidad de la restauración, por ejemplo, las preparaciones en los primeros molares se hacían de una anchura correspondiente al número 39 del cono invertido de la fresa.

La razón de este procedimiento consistía en que, dado que la preparación primaria es por necesidad pulpar, menos profunda, se consideraba imprescindible cierto volumen de amalgama para darle solidez a la masa.

Análisis recientes sobre la tensión confirman la idea de que un área reducida de oclusal implica un menor potencial para las fracturas.

Lo anterior se justifica puesto que, si es posible efectuar una terminación cavo superficial es para evitar la excursión de la cúspide opuesta, habrá mayor posibilidad de que el borde permanezca intacto.

Desde un punto de vista práctico, el clínico puede usar papel marcador para registrar las rutas oclusales antes de la preparación de la cavidad alterando entonces ligeramente el perfil de oclusión de tal modo que evitará el contacto excesivo sobre estas terminaciones cavo-superficiales vulnerables.

Por tanto deberá usarse una anchura menor en la oclusión y no una mayor. Una aproximación extrema es limitar el perfil de oclusión a menos de 1 mm. Cuadrado.

La tensión o esfuerzo se concentra alrededor de la línea aguda y del vértice de los ángulos.

Los bordes oclusales biselados se fracturan fácilmente, incluso cuando el material contiene la cantidad apropiada de cobre.

Existen pocas dudas respecto a que una unión recta es más fuerte, pero los planos demasiado inclinados a menudo hacen virtualmente imposible obtener una unión recta. No obstante, debe tenerse cuidado de hacer lo más grande posible este ángulo interno, de lo contrario, las fracturas marginales ocurrirán inevitablemente y rápidamente.

Los estudios de laboratorio que emplean metal y otros dientes simulados han demostrado que las hendiduras proximales cumplen una función en la retención de amalgama.

El ensamble oclusal deberá eliminar el desplazamiento proximal, ésta es la razón dada a menudo para su uso.

### ***RESTAURACIONES DE AMALGAMA PARA CAVIDADES DE CLASE I.***

Es del conocimiento general que más dientes posteriores son restaurados con amalgama que con cualquier otro material.

Se necesita una comprensión positiva de ciertas propiedades físicas del material y un sólido conocimiento de los principios de preparación cavitaria para obtener restauraciones de amalgama que brinden un servicio óptimo al paciente.

## **INDICACIONES Y CONTRAINDICACIONES**

Hay que tomar en cuenta los siguientes factores al seleccionar un material de restauración par cavidades de clase I:

- 1.- Extensión de la caries de fosas y fisuras
- 2.- Incidencia de caries proximales
- 3.- Edad del paciente
- 4.- Estética
- 5.- Economía

## **EXTENSION DE LA CARIES DE FOSAS Y FISURAS**

La mejor indicación para la amalgama de plata es cuando la caries de fosas y fisuras no son extensas y la preparación cavitaria es la más conservadora.

A causa de una historia de servicios excelentes las aleaciones de amalgama mejoradas (con cobre) se usan con más frecuencia aún en cavidades de clase I extensas.

Cuando la lesión de la caries ha progresado hasta socavar la cresta marginal, entonces se recomienda incluir en la restauración la superficie proximal, y zona de cingulo en dientes anteriores superiores.

## **INCIDENCIA DE CARIES**

Cuando el examen de los demás dientes revela una gran cantidad de cara proximales cariadas o restauradas y hay indicaciones de que el diente en cuestión puede generar caries proximal en pocos años, se indica el uso de amalgama.

## **EDAD DEL PACIAENTE**

En los pacientes jóvenes están indicadas las restauraciones de amalgama, por la posible involucración de las caras proximales en un futuro.

Cuando el juicio clínico del odontólogo determina que la amalgama es el material de elección, se usa en cualquiera que sea la edad del paciente.

### **ESTETICA**

En los dientes posteriores, una restauración de amalgama bien pulida no debe desanimar al paciente conciente de la estética, en particular cuando no están afectadas las caras vestibulares.

Obviamente en las áreas de preocupación de estética, el odontólogo considerará el uso de un material restaurador de color dentario antes que la amalgama.

### **ECONOMIA**

El costo para el paciente de las restauraciones de amalgama es inferior al de las restauraciones que ya existen en el mercado, también podría ser porque se requiere de menos tiempo para su realización.

Se recomienda una preparación cavitaria conservadora para proteger la pulpa, preservar la resistencia del diente y reducir el deterioro de la restauración de amalgama.

Una caries es moderada si la distancia entre la dentina infecta y la pulpa no es inferior a 1mm.

### **ELIMINACION DE LA HUMEDAD**

En general, se recomienda el uso del dique de goma. Los pocos minutos que toman en aplicar el dique dan tiempo a la acción de la anestesia profunda antes de iniciar la preparación cavitaria.

Para un solo diente superior donde la caries no sea muy extensa, se puede evitar adecuadamente la humedad con rollos de algodón combinados con la reducción en la salivación.

Es necesario eliminar la humedad durante la condensación de la amalgama, en particular cuando se emplean aleaciones que contienen zinc.

La cavidad conservadora de clase I debe tener una forma del contorno de curvas suaves y márgenes cavosuperficiales nítidos.

Se considera ideal un ancho no más de 1 mm y una profundidad de 1.5 mm. El piso pulpar, según el espesor del esmalte, puede quedar o no en dentina.

Esta conservación ahorra tejido dentario, con lo cual reduce al mínimo la irritación pulpar y se deja la corona dentaria lo más fuerte posible.

#### **INSERCIÓN DE UNA BASE DE CEMENTO Y APLICACIÓN DE BARNIZ CAVITARIO**

Si la cavidad tiene una profundidad ideal, es necesario aplicar dos capas de barniz cavitario antes de insertar la amalgama.

La aplicación del barniz reduce la microfiltración entre la amalgama y las paredes cavitarias.

La microfiltración por operatoria puede ser causa de inflamación pulpar y de una molesta sensibilidad dentaria-.

Nunca hay que cubrir todo el piso pulpar con el cemento, pues no tiene resistencia para soportar la restauración de amalgama sometida a un intensa fuerza oclusal.

Recordemos que la amalgama sometida a cargas oclusales deben ser soportadas por asientos en tejido dentario sano periférico al cemento.

#### **INSERCIÓN DE LA AMALGAMA**

Antes de insertar la amalgama, hay que revisar el contenido de la preparación cavitaria para formarnos una imagen mental



que después nos ayude en el tallado de la amalgama hasta el margen cavosuperficial.

Mediante el porta amalgamas, transportaremos el material a la cavidad.

Posteriormente condensaremos minuciosamente cada porción descargada antes de incorporar más amalgama. Cada incremento condensado no debe ocupar más de un tercio o una mitad de la profundidad cavitaria.

La preparación debe quedar sobre obturada 1 mm. O más bajo intensa presión, esto es para asegurar que los márgenes cavosuperficiales queden bien cubiertos con amalgama bien condensada.

### ***RESTAURACIONES DE AMALGAMA PARA PREPARACIONES CAVITARIAS DE CLASE II***

Las amalgamas que restauren una o mas caras proximales de un diente brindarán años de servicio al paciente cuando:

- La preparación cavitaria sea correcta.
- La matriz sea adecuada.
- Se use dique de goma.
- La manipulación del material sea la apropiada.

La falta de atención en uno o más de estos criterios produce restauraciones inferiores y posiblemente el fracaso temprano.

### **INDICACIONES Y CONTRAINDICACIONES**

Cuando la caries ataca las caras proximales, se deben considerar los siguientes factores en la selección del material restaurador para la preparación cavitaria de clase II:

- 1.- Incidencia y extensión de la caries en proximal, vestibular y lingual.
- 2.- Edad del paciente
- 3.- Estética

4.- Economía

5.- Rehabilitación bucal

#### **INCIDENCIA DE CARIES EN PROXIMAL, VESTIBULAR Y LINGUAL**

Cuando haya indicios de que el índice de caries es elevado, se elegirá la restauración de amalgama en vez de lo costosa que podría ser una de oro, hasta el momento en que la tendencia cariosa haya sido controlada.

La presencia de caries vestibular o lingual suele ser una indicación para la restauración con amalgama.

La amalgama es el material de elección para el tratamiento de las lesiones proximales pequeñas, pues la preparación cavitaria puede y debe ser conservadora, con el resultado de restauraciones que debieran tener una vida prolongada en funciones y sin poner en peligro la resistencia del diente remanente.

#### **EDAD DEL PACIENTE**

La amalgama parece más apropiada en pacientes jóvenes como en mayores, quienes generalmente son susceptibles a la caries a causa tanto de una dieta inductora de caries como de una mala higiene bucal.

La caries radicular es común en personas mayores y las lesiones proximales de la superficie radicular en los dientes posteriores de esas personas son las indicadas para usar amalgama.

#### **ESTETICA**

Aunque la amalgama es el material restaurador de mayor uso y utilidad en los dientes posteriores, su uso está contraindicado en algunas regiones de la boca en los pocos pacientes que objetan el aspecto metálico o cuyas actividades generan un despliegue inusitado de las restauraciones ante su "auditorio"

## **ECONOMIA**

El costo, al paciente, de las restauraciones de amalgama es inferior a las de oro, principalmente porque requieren menos tiempo.

Los pacientes no deben sentir que el tratamiento es inferior sólo porque el honorario para una restauración de amalgama es inferior a los otros tipos de restauraciones. Una restauración de amalgama conservadora diestramente realizada debe ser estimada como un tratamiento de calidad.

## **REHABILITACION BUCAL**

La rehabilitación completa de los dientes posteriores con amalgama es apropiada en muchos pacientes cuando las indicaciones indican el uso de ese material.

Cuando este indicada la restauración de algunos de los dientes posteriores con oro, podría convenir el uso continuo del mismo material para eliminar la posible actividad galvánica entre materiales disímiles. Aunque a veces se produce esa acción y es incómoda para el paciente, suele tener corta vida y debe influir sobre la elección del odontólogo del material restaurador adecuado.

Pocos pacientes experimentan dificultades por tener aleaciones distintas en su boca.

## **OCLUSION**

La pauta de contactos puede servir de referencia para señalar la oclusión total de los dientes después de tallada la amalgama. Así mismo, la cúspide "embolo" antagonista debe ser reducida para disminuir la probabilidad de fractura de la restauración nueva como resultado de las fuerzas oclusales y para reducir el potencial para interferencias excursivas, en especial las no funcionales.

Es importante el uso de una matriz adecuada, para evitar dañar las caras proximales de los dientes adyacentes a la pieza que se va a tratar para la colocación de la amalgama.

## **INSERCIÓN Y TALLADO DE LA RESTAURACIÓN**

**Intersección de la amalgama.-** El proceso de condensación adapta la amalgama a las paredes cavitarias y el producto final debe estar libre de espacios.

Si es posible, se reducirá el contenido de mercurio durante la condensación. Debemos elegir condensadores que se adecuen mejor al uso de todas las preparaciones de la preparación cavitaria y que puedan ser usados sin trabajarse contra las paredes de la preparación.

La condensación de aleaciones con partículas esféricas requiere condensadores mayores que los usados comúnmente para aleaciones convencionales porque los condensadores menores simplemente penetran en la masa, con el resultado de que ejerce poco o nada de fuerza para compactar o adaptar la amalgama dentro de la preparación.

Llenaremos el porta-amalgama y lo transportaremos a la porción proximal de la preparación cavitaria, usando sólo la cantidad de amalgama que cuando sea condensada llene 1 mm. gingival aproximadamente de la caja proximal.

Condensaremos la amalgama contra el piso gingival con un condensador que seleccionaremos previamente. Moveremos dicho condensador en sentido ocluso- gingival.

Haremos un esfuerzo especial por condensar la amalgama en los ángulos en la unión de la matriz con el margen de la preparación, así como en las trabas proximales en los ángulos axiovestibulares y axiolingual.

Lograremos esto ejerciendo una presión lateral firme de condensador al mismo tiempo de ejercer cierta fuerza oclusogingival.

La condensación debe quedar completada dentro del tiempo de trabajo de la amalgama.

Toma unos 3 o 4 minutos; de otro modo, la cristalización de la nueva matriz de la amalgama en la porción no usada puede estar demasiado avanzada como para permitir; la coherencia y la homogeneidad debidas con mínimo de huecos en la restauración; el desarrollo de la resistencia máxima y el flujo mínimo en la restauración terminada y la adaptación deseada del material a las paredes de la preparación durante la condensación.

Por lo tanto, cuando insertemos amalgamas en cavidades grandes y la mezcla se acerca a los 3 minutos de preparada, prepararemos una nueva mezcla.

Mientras condensamos, debemos sentir la plasticidad y la ligera "humedad" de la masa de amalgama.

Para permitir una condensación apropiada, la mezcla no debe estar ni húmeda ni seca y desmigajada.

Luego de condensar procederemos al tallado de la amalgama y por último 24 horas después procederemos a pulirla.

### ***PREPARACION Y RESTAURACIONES CAVITARIAS DE CLASE III CON AMALGAMA***

#### **INDICACIONES Y CONTRAINDICACIONES**

La selección de un material restaurador para una preparación cavitaria de clase III debe incluir las siguientes consideraciones:

- 1.- Ubicación del diente
- 2.- Servicio
- 3.- Tamaño y ubicación de la caries

#### **UBICACIÓN DEL DIENTE**

Las áreas más comunes para las restauraciones de amalgama en las preparaciones cavitarias de clase III son las caras distales de los caninos superiores e inferiores.

Por razones estéticas, la amalgama esta contraindicada en las caras proximales de los incisivos superiores y mesiales de los caninos.

Además, en la arcada inferior, la prominencia de los dientes y los movimientos de los labios cuando el paciente habla y sonríe excluyen el uso de la amalgama.

### **SERVICIO**

Las restauraciones de amalgama proveen al paciente un servicio más prolongado que los materiales de color dentario, los que tienden a perder su contorno y contacto.

### **TAMAÑO Y UBICACIÓN DE LA CARIES**

Se puede usar amalgama cuando el área cariada no ha progresado hasta socavar el ángulo incisal del diente. Cuando ese ángulo ha de ser incluido en la restauración, se necesita una preparación cavitaria más compleja y otro material restaurador.

Además de lo anterior necesitamos considerar para la colocación de amalgamas en las cavidades III la estética, edad del paciente y la economía, que fueron descritas en líneas anteriores.

### **TERMINADO**

Por lo general los procedimientos de terminado y pulido se hacen 24 horas después de la operación del tallado inicial.

Para las aleaciones esféricas con alto contenido de cobre que desarrollan su resistencia en forma rápida, el terminado y el pulido se pueden realizar en la misma cita.

Se cree que todo está relacionado al hecho de que una superficie lisa proporciona menos retención a los ácidos, a las pequeñas partículas de comida y placa, y a los materiales que proporcionan la pérdida de lustre; retardando de este modo el proceso de corrosión.

La secuencia inicial incluye el uso de piedras verdes, fresas de terminación y discos abrasivos.

El terminado final se realiza por medio de la aplicación de un agente pulidor conveniente como el sílice extra fino, seguido por una suspensión delgada de óxido de estaño aplicada con un cepillo suave giratorio.

La exageración en pulido descompensaría la mezcla por calentamiento y provocaría ablución de mercurio

## **CARACTERISTICAS DE LA AMALGAMA**

### ***TOXICIDAD***

Es conocido que el mercurio penetra dentro de la estructura dental y puede decolorar el diente, hay indicios de que incluso puede llegar a la pulpa.

De todas maneras se cree que no hay efectos sistémicos que sean tóxicos.

### **ALGUNAS PRECAUCIONES**

& El mercurio es tóxico, debido a ello el mercurio libre no debe ser expuesto a la atmósfera. Este riesgo puede aumentar durante la trituration, condensación y acabado de la restauración y también durante la eliminación de antiguas amalgamas de alta velocidad de turbina.

- Debe evitarse el contacto de la piel con el mercurio, ya que éste puede ser absorbido por la piel.

- Evítase que ningún exceso de mercurio se introduzca en los fregaderos, ya que puede reaccionar con alguna de las aleaciones de las cañerías.

- Evítase la contaminación de amalgama por humedad.

- Evítase el calentamiento de la amalgama a más de 80 C, ya que se puede formar mercurio líquido en la superficie de la amalgama y su vapor puede ser peligroso para la salud.

### **ADHERENCIA**

Los materiales obturadores deben ser lo suficientemente eficientes como par adherirse a la substancia dental. Tal unión sellaría el margen impidiendo la entrada de líquidos y bacterias.



Por último, las amalgamas y demás materiales de obturación, no deben ser perjudiciales ni al operador ni al paciente; no deben irritar la pulpa, ni contener sustancias capaces de desprenderse y causar irritación.

#### PREPARACIONES

Las manifestaciones de una preparación inadecuada son las caries recurrentes, la fractura de la amalgama y la alteración periodontal y pulpar.

Otra causa más común del fracaso es la inapropiada manipulación de la amalgama.

Análisis recientes sobre la tensión confirman la idea de que un área reducida de oclusión implica un menor potencial para las fracturas; también que los ángulos internos deberán ser redondeados, no agudos.

Se ha comentado que las hendiduras proximales no se requieren para la retención de la amalgama; la necesidad de hendiduras retentivas se basa en 2 razones:

- 1) Eliminar el desplazamiento proximal
- 2) Reducir el corrimiento

Se debe considerar el ángulo cavo-superficial, es conveniente un ángulo de 90°.

La amalgama adolece de algunos defectos y fallas que pueden detectarse al evaluarse el resultado clínico obtenido.

Ese tipo de observaciones demuestra que la falla más común de las restauraciones no radica en la fractura total de la masa del material sino en la aparición de grietas en los márgenes, lo que se conoce como "fractura original".

La fractura marginal se le atribuye a una falla técnica en el tallado de la forma anatómica de la obturación. No hay dudas de que si éste no se efectúa de manera correcta y si se dejan sobrantes cabalgando más allá del ángulo cavosuperficial, al romperse esos excesos aparecen las grietas.

Las características de la amalgama que causan la fractura marginal son dos:

- a) La electroquímica
- b) La mecánica.

**a) LA ELECTROQUIMICA.**

La amalgama experimenta en boca fenómenos de corrosión que llevan a la degradación de ciertas fases que la componen. Ello conduce a la formación de mercurio libre que produce una expansión especialmente localizada en los márgenes, la amalgama se extruye de la cavidad y al quedar el material sin soporte dentario, se fractura.

**b) LA MECANICA**

Ante la acción de tensiones (resultado de la acción de fuerzas sobre el material) la amalgama no se comporta como un cuerpo perfectamente elástico. De lo contrario no experimentaríamos deformaciones permanentes si no se supera el límite elástico.

Tensiones pequeñas, inferiores al límite elástico, si son mantenidas durante un tiempo suficiente o si se repiten muchas veces conducen a una deformación permanente. Es decir que el material se comporta como si fuese en parte viscoso.

A la deformación que se produce en esas condiciones se le conoce como "crep" o deformación permanente originada por una tensión que actúa durante un periodo prolongado, o dinámico, si la tensión actúa poco tiempo pero repetidas veces.

Todo lo anterior lleva a la conclusión de que, para obtener una mejor restauración de amalgama es necesario disponer de un material que tenga menor posibilidad de alteración electroquímica y menor comportamiento visco elástico, es decir, menor "crep".

## **BASES Y MATRIZ**

Los experimentos de laboratorio han demostrado que una resistencia baja de 100-200 libras por pulgada cuadrada resulta suficiente para el desplazamiento por fuerzas normales de condensación.

Las áreas de abertura grande de 2 mm. de diámetro o mayores en las paredes pulpaes (oclusales, pisos, etc), probablemente deberán protegerse con cemento de resistencia más alta, aunque también debe considerarse la presencia de otros factores como proximidad a la pulpa, si hay suficiente espacio después de que haya sido colocado el medicamento primario etc.

Una vez que la base esté completa, sea de hidróxido de calcio, policarboxilato, óxido de zinc-eugenol, fosfato de zinc o una combinación de los mismos, se aplicarán 3 capas de barniz. La única excepción ocurre cuando se utiliza fosfato de zinc, en este caso el barniz debe preceder al fosfato de zinc.

El barniz como aislante de la base es inútil, como revestimiento previene la filtración hasta que los productos de corrosión de la amalgama empiecen a depositarse en la interfase.

Después de que el barniz haya secado la matriz se aplica y se acuña, cuando hayan pérdidas en porciones grande4s del diente se debe utilizar una matriz especial.

## **MERCURIO**

La forma inapropiada de utilizar el mercurio en el consultorio dental es:

- 1.- La absorción sistémica del mercurio a través de la piel
- 2.- Inhalación del vapor de mercurio
- 3.- Inhalación de partículas del medio ambiente.

No se debe tocar ni con la palma de la mano, ni con los dedos. Se deben limpiar los derrames sobre todo en

consultorios con calefacción pues aún en pequeñas gotas aumentan con la temperatura.

Cuando se maneje mercurio se debe tener cuidado de llegar a tener contacto con artículos hechos de metales preciosos, como anillos u otra clase de joyería.

El mercurio por lo general se surte en recipientes de plástico irrompibles con peso de una libra.

El mercurio utilizado en la amalgama dental es purificado por destilación.

### **COMPOSICION**

Para comprender los mecanismos que han permitido el desarrollo de productos mejorados en los últimos años es necesario realizar un breve análisis de la composición, reacción y estructura de la amalgama.

Las aleaciones para la preparación de la amalgama dental pueden clasificarse en 2 grupos:

- 1) Las aleaciones convencionales que contienen menos del 6% de cobre.
- 2) Las aleaciones enriquecidas con cobre.

Las aleaciones de amalgama están disponibles en composiciones molidas (cortadas por tomo y pulverizadas). Las partículas molidas se presentan en varios tamaños como el corte fino y el microcorte. Las aleaciones mezcladas (Ag-Sn + Ag-Cu) se proporcionan en mezclas de partículas esféricas y molidas. Las aleaciones con alto contenido de cobre (Ag-Sn-Cu) sólo se fabrican en la forma esférica.

Se llama amalgamación a la reacción entre el mercurio y la aleación de otros metales.

En forma más específica la reacción entre el mercurio y la aleación de amalgama.

Mercurio+Aleación Plata-Estaño (exceso) fase plata estaño (sin reaccionar) + fase plata-mercurio + fase estaño-mercurio.

La fase Plata-Estaño se llama fase ( $\gamma$ ) gamma, está compuesta de las partículas de aleación sin reacción.

La fase Plata-Mercurio se llama gamma 1 ( $\gamma_1$ )

La fase Estaño-Mercurio se llama gamma 2 ( $\gamma_2$ )

El endurecimiento de la amalgama es el resultado de 2 fenómenos:

- a) Solución
- b) Cristalización

La cristalización de las fases gamma 1 y 2 y su subsecuente crecimiento causan que la amalgama endurezca.

Las fases de los sistemas de aleaciones se designa con letras del alfabeto griego comenzando desde la izquierda del correspondiente diagrama de equilibrio ; "Gamma" es la tercera fase en aparecer en ese sentido.

En esas proporciones y al combinarse con el mercurio se logra una amalgama que posee un tiempo de endurecimiento y una estabilidad dimensional aceptables.

Para mejorar las características mecánicas del material final se reemplaza parte de la plata por cobre, el cual se halla en solución si la cantidad no supera el 2.5 % de la masa total. Si la cantidad de cobre es superior al 2.5% forma los compuestos Cu-Sn con estaño.

### ***ALEACIONES CONVENCIONALES***

Las aleaciones convencionales contienen los siguientes componentes principales:

Plata	67-74%
Estaño	25-27%
Cobre	0-6%

Zinc	0-2%
Mercurio	3% máximo

El zinc puede emplearse durante la fabricación para evitar la oxidación de los demás componentes, especialmente del cobre, cuando la fundición no se lleva a cabo en atmósfera controlada.

Estas aleaciones están constituidas por fase gamma, algo de fase Beta, para lograr un más rápido endurecimiento del material al emplearlo clínicamente, y cobre en solución.

### **REACCIONES**

Cuando se prepara una amalgama a partir de una aleación de este tipo se produce una reacción entre los componentes y el mercurio. Como resultado se forma, en primer lugar, una solución de los integrantes de la mezcla, separándose la plata del estaño y eventualmente del cobre que está en solución.

La reacción lleva luego a la formación de nuevas fases:

- a) Compuesta por plata y mercurio
- b) Compuesta por estaño y mercurio
- c) En menor cantidad de cobre y estaño, en caso de que haya existido cobre en la solución

Las dos primeras fases son también las terceras fases en los respectivos diagramas de equilibrio (plata-mercurio) y, por lo tanto, se les denomina Gamma.

Para diferenciarlas de la original del sistema plata-estaño se acostumbra designarlas con los subíndices 1 y 2. Así, el producto de la reacción entre plata y mercurio se denomina fase gamma.

1. En realidad esta fase contiene también algo de estaño, que le brinda mayor estabilidad.

La formada entre el estaño y el mercurio se denomina gamma 2.

Ambas fases, resultan sólidas a temperatura ambiente y bucal, o sea, que su formación ocasiona que la masa plástica de aleación y el mercurio endurezca.

Al preparar la amalgama se emplea mayor cantidad de partículas de Aleación que las necesarias para la reacción con el mercurio. Es decir, siempre quedarán partículas originales y la amalgama endurecida tendrá por consiguiente, una estructura nucleada.

Los núcleos serán las partículas originales que no han reaccionado (especialmente fase gamma) rodeadas por una matriz formada fundamentalmente por las fases gamma 1 y gamma 2. Aparece a veces una pequeña cantidad de una fase de cobre y estaño, presentes en la aleación original.

Con el tiempo, y al estar en el medio bucal (37 C), se produce una nueva transformación, ya que la fase gamma 1 no es totalmente estable en esas condiciones.

Se transforma en otra fase que se denomina beta para diferenciarla de la Beta de la aleación original, que tiene menor cantidad de mercurio y mayor contenido de estaño.

Estudios realizados sobre las propiedades de cada una de las fases principales (Gamma, Gamma 1 y Gamma 2) se ha demostrado que la peor es la del estaño y mercurio, o sea la Gamma 2, debido a que su corrosión trae aparejada la separación entre estaño y mercurio, lo cual lleva a la expansión y a fracturas marginales.

Para controlar esta fase, la solución radica en combinar el estaño con algún otro elemento en vez de hacerlo en el mercurio.

## **FASE DISPERSA**

La aleación para amalgama de fase dispersa se trata en realidad de la combinación de dos tipos de aleaciones en polvo. Dos terceras partes del material están constituidas por partículas de forma irregular obtenidas por fresado de un lingote de composición como la descrita en las especificaciones y señaladas. El tercio restante está formado por partículas esféricas del eutéctico plata-cobre, que contienen plata en un 72% y cobre en un 28% y que se selecciono por tener menores propiedades mecánicas que la fase Gamma 1 y por poder unirse a ésta al contener plata.

Es interesante destacar que, para que el sistema funcione, el eutéctico debe reaccionar rápidamente con el mercurio, con el fin de que el cobre quede limpio e impida la formación de la fase Gamma 2. Aparentemente si la aleación se conserva durante un lapso prolongado en contacto con el aire, el eutéctico se oxida impidiendo que esto ocurra.

Actualmente existen aleaciones para amalgama que permiten obtener restauraciones sin fase Gamma 2 en su estructura final basadas en:

- 1.- Mezclas de partículas de aleaciones de tipo convencional y de eutéctico plata-cobre.
- 2.- Con partículas esféricas en una sola composición con mayor contenido de cobre que lo tradicionalmente aceptado.

Algunas aleaciones contienen o han contenido más del 2 o 3 % de mercurio; estas aleaciones amalgaman más rápidamente.

La diferencia principal entre muchas aleaciones convencionales es el tamaño y forma de su partícula. Las aleaciones obtenidas al tallado por torno pueden ser de grano grueso o fino, aunque se prefiere el fino; se pueden conseguir aleaciones de partículas esféricas.



## **ALEACIONES RICAS EN COBRE**

### **AMALGAMA DE COBRE**

Estas amalgamas han sido utilizadas para las restauraciones de dientes deciduos, debido al efecto antibacteriano de cobre.

El material se suministra como una amalgama, en forma de bolitas que contienen alrededor de un 60-70% de mercurio y un 30-40% de cobre.

Estas se calientan hasta que aparecen gotas de mercurio, luego se trituran como las otras amalgamas y se condensan dentro de la cavidad.

No se puede recomendar el uso de estas aleaciones, debido a la pobre higiene del mercurio asociada a su uso.

Son de los siguientes tipos:

a) Aleaciones combinadas, algunas veces referidas como aleaciones >>modificadas por dispersión>>La composición total es aproximadamente:

Plata	69%	Cobre	13%
Estaño	17%	Zinc	1%

Aleación de composición única o simple; se pueden disponer de algunos tipos diferentes.

1) Aleaciones ternarias en forma esférica; cualquiera de las 2:

Plata	60%	Ó	Plata	40%
Estaño	25%		Estaño	30%
Cobre	15%		Cobre	30%

2) Una aleación similar a la detallada en primer lugar (1), pero que contenga partículas de forma esferoidal; es decir, que las partículas no sean perfectamente esféricas.

3) Aleaciones cuaternarias en forma esferoidal, que contienen:

Plata	59%	Cobre	13%
Estaño	24%	Indio	4%

### ***FABRICACION DE LAS ALEACIONES***

Las aleaciones convencionales se preparan fundiendo juntos los metales puros, para formar una barra, que luego se homogeneiza y se corta en láminas o limaduras. La homogeneización ayuda a asegurar que cada lámina tenga una composición y propiedades similares.

Una aleación tallada recientemente reacciona muy rápidamente con el mercurio. Si las láminas de aleación se guardan durante unos meses a temperatura ambiental, la reactividad disminuye gradualmente; de estas aleaciones se dice que han sido envejecidas. Se pueden lograr esos mismos resultados, mucho más rápidamente, hirviendo las limaduras en agua durante 30 minutos.

### ***SELECCIÓN DEL PRODUCTO***

La selección de una amalgama se debe de basar en los requisitos clínicos de la restauración y en las propiedades físicas y mecánicas de la misma.

Las partículas de la aleación de amalgama tiene 2 formas básicas de presentación:

- 1.- Polvo
- 2.- Tabletas

Tanto los polvos molido como los esféricos se pueden adquirir en tabletas. Estas se distribuyen en tubos de plásticos que se insertan dentro del dispensador para aleación

La presentación en polvo se distribuye en paquetes que contienen 284 g. de aleación o en una cápsula que contiene suficiente aleación y mercurio ya sea para una sola mezcla o para una doble.

En la cápsula la aleación y el mercurio permanecen separados mediante una delgada capa de plástico.

### **MANIPULACION**

El cuidado puesto por el profesional en la manipulación del material es de fundamental importancia en la durabilidad de las amalgamas.

La relación aleación-mercurio debe ser mantenida constante recordando que el mercurio presenta en la restauración terminada no debe representar más del 50% de la masa total.

Es preferible preparar la mezcla con la cantidad exacta de mercurio que debe quedar en la estructura final.

Se debe emplear aquella proporción de mercurio que permita obtener mediante el método de trituración utilizando, un resultado aceptable de plasticidad adecuada en un tiempo razonablemente corto.

### **DOSIFICACION**

La relación aleación/ mercurio varía entre 5:8 y 10:8. Las mezclas que contienen mayores cantidades de mercurio son "más húmedas" y suelen utilizarse en las mezclas manuales.

Las mezclas que contienen menores cantidades de mercurio son "más secas" y se utilizan en general en mezclas-mecánicas.

a) Mercurio: La cantidad requerida puede obtenerse pesando o utilizando un distribuidor o dispensador volumétrico.

Es importante utilizar el mercurio puro y limpio.

b) Aleación: puede ser dosificada:

- 1) Pesando en una balanza
- 2) Usando tablas de aleación, sobre todo con un mezclador mecánico.
- 3) Teniendo sobres con las cantidades pesadas previamente
- 4) Utilizando un dispensador volumétrico.

c) Relación aleación/mercurio: es preferible tener menos del 50% de mercurio en la amalgama final fraguada.

- 1) El uso de un relación aleación/mercurio de 5/7 ó 5/8. El exceso de mercurio permite una trituration más fácil, y da una mezcla de material suave y plástica. Antes de colocar la mezcla en la cavidad el exceso de mercurio (Técnica Eames), en las que se utiliza igual peso de aleación y de mercurio, y no se exprime el mercurio de la mezcla antes de condensarla. Este método se utiliza junto al mezclador mecánico.

Sin importar el método utilizando, debe desecharse el exceso de mercurio que se advierte durante la condensación.

### ***PROPORCION DE MERCURIO Y ALEACION***

La relación mercurio/aleación se utiliza con más frecuencia cuando se determina la regulación apropiada de un dispensador volumétrico de mercurio.

El mercurio cubre las partículas de la aleación antes de que los 2 componentes puedan reaccionar.

El proceso físico de humedecer una aleación con el mercurio depende de varios factores, como composición de la aleación, estado de la superficie, así como forma y tamaño de la partícula-

Las aleaciones molidas, las esféricas con bajo contenido de cobre y las mezcladas comúnmente, requieren de 46% s 54% de mercurio para un mezclado apropiado, mientras que las esféricas con alto contenido de cobre requiere tan solo 43%.

La aleación en forma de polvo se puede suministrar ya sea por peso o por volumen.

### ***METODOS DE MEZCLADO***

Los amalgamadores mecánicos se usan para mezclar (triturar) la aleación de amalgama y el mercurio. Dichas unidades contienen un cronómetro que mide el tiempo sesead, después de la manipulación.

La aleación y el mercurio se colocan en una cápsula metálica de plástico que se rota en forma excéntrica o con un movimiento de vórtice durante la trituración.

A menudo se incluyen en la cápsula un pequeño vástago o pelotita hecha de metal o plástico, conocida como pistilo a fin de mejorar y reducir el tiempo de mezclado, la cápsula necesita pistilo si va amalgamarse una tableta de aleación aunque no es indispensable si se emplea el material en polvo.

La velocidad es variable:

- a) Alta
- b) Mediana
- c) Baja

Se debe reemplazar en forma periódica las cápsulas, ya que las superficies interiores de éstas marcan por la abrasión de las partículas de la aleación durante la trituración y puede ser peligroso para la salud.

De las diversas cápsulas que se vuelven a usar, las mejores son aquellas que tienen tapas atornillables que previenen la filtración de gólicas de mercurio durante la trituración.

## **TRITURACION**

La calidad de una masa de amalgama se controla mediante los factores de tiempo, velocidad y fuerza aplicada durante la trituración.

Estos factores interrelacionados determinan el trabajo de la trituración, éste debe permanecer constante.

La trituración debe también efectuarse correctamente recordando que las amalgamas insuficientemente trituradas resultan deficientes por poseer propiedades inferiores y menor plasticidad que impiden una correcta condensación y eliminación de porosidad de la estructura.

El tiempo de trituración, es el factor más fácil de variar y estará entre 6 a 20 segundos para las diferentes combinaciones de aleación y mercurio, velocidad y acción del amalgamador, paso del pistilo, tamaño de la cápsula y cantidad de la mezcla.

Por ejemplo el tiempo de trituración de una cápsula desechable puede variar de 10 a 20 segundos para una aleación molida o esférica con bajo contenido de cobre, pero es de 6 a 10 segundos una aleación esférica con alto contenido de cobre.

La reamalgamación es una forma eficiente de colectar la amalgama triturada en una masa después de mezclado en un amalgamador mecánico con pistilo. Subsecuente al mezclado inicial, se retira el pistilo de la cápsula y se continúa el mezclado durante 2 0 3 segundos para colectar la masa.

Las variaciones en las condiciones de trituración de la aleación y del mercurio pueden conducir a un mezclado insuficiente, uno normal y uno sobremezclado.

La masa con poco mezclado se desmenuza y no es adecuada par manipularse durante la inserción, además es de apariencia opaca.

La masa con mezclado normal responde bien a las operaciones subsiguientes de inserción dentro de la cavidad y requiere de sólo un mínimo de reamalgamación para desarrollar una masa homogénea y uniforme, tiene una apariencia brillante.

Se puede manejar con mayor facilidad durante la condensación dentro de la cavidad.

La masa sobremezclada es difícil de retirar de la cápsula y del pistilo. Tiene apariencia caldosa y es difícil de manejar, ya que tiene poca tendencia a conservar su forma.

a) Mezclado manual con mortero y triturador o mazo.

Se utiliza un mortero y un mazo de vidrio. El mortero tiene su superficie interna rugosa para aumentar la fricción entre la amalgama y la superficie. Esta superficie rugosa puede mantenerse moliendo una pasta de carburo.

El mazo o mano de mortero es una vara de vidrio con un extremo redondeado.

Actualmente esta técnica ya no se utiliza mucho, los metales mecánicos son más rápidos y suponen menos riesgos de exposición a los vapores de mercurio.

b) Mezclado mecánico

La aleación y mercurio dosificados pueden mezclarse mecánicamente en una cápsula, con o sin triturador de acero inoxidable o de plástico.

El triturador, cuyo diámetro debe ser considerablemente más pequeño que la cápsula, se utiliza con tabletas de aleación para ayudar a romper el material.

Los amalgamadores mecánicos tienen un temporizador para asegurar que el tiempo de mezclado es correcto y reproducible. Varios de estos materiales pueden conseguirse en una forma encapsulada; cada cápsula contiene un peso

controlado de aleación y una cantidad correcta de mercurio sellada en su tapa.

El sello se rompe antes de colocar la cápsula en el amalgamador mecánico.

Es importante la selección del tiempo de trituración y depende del tipo de aleación y de la velocidad de la mezcladora. En particular. Las aleaciones ricas en cobre requieren un control preciso de las condiciones de la trituración.

Algunos de éstos productos requieren una mezcla con alta energía para romper la tapa de óxido que se forma sobre las partículas ricas en cobre.

Las ventajas de la trituración mecánica son las siguientes:

- 1.- Se produce una mezcla más uniforme y reproducible
- 2.- Puede utilizarse un tiempo más corto de trituración
- 3.- Puede utilizarse una mayor relación aleación/mercurio

### ***CONDENSACION***

La condensación constituye quizás el paso más importante, ya que el no realizarlo de manera correcta, es decir, con la mayor presión que el material lo permita de acuerdo a su plasticidad, porque de lo contrario puede arruinar todo lo hecho correctamente hasta ese momento.

Los objetivos de la condensación, son la adaptación de la amalgama a la s paredes cavitarias preparadas, a la matriz y a los márgenes.

Las aleaciones esféricas se mezclan con menos mercurio (42% a 45%) y poco o nada de éste se retira durante la condensación; al mismo tiempo se usa la fuerza de condensación baja y condensadores mas amplios para colocar la amalgama.



En general, si se deja más mercurio en la amalgama durante la condensación, la restauración cambiará más dimensionalmente durante el fraguado y exhibirá más escurrimiento bajo fuerza de masticación.

Hay disponibles instrumentos condensadores manuales con una variedad de formas geométricas en la punta, por ejemplo: circulares, triangulares, ovales y semicirculares y con distintas áreas seccionadas en cruz diferente.

En general, el tamaño idóneo par la condensación de las aleaciones molidas aparece ser una punta circular, de superficie lisa con un diámetro de 2 a 3 mm.

Las aleaciones esféricas son algo más plásticas que las molidas y por eso requieren de una punta con un diámetro más grande.

La fuerza al condensador manual debe ser lo más grande posible.

Se ha demostrado que una fuerza de 8 a 10 libras sobre la punta de un condensador es suficiente par la condensación adecuada de las amalgamas de aleaciones molidas y esféricas.

Hay disponibles instrumentos de condensación mecánicos, los cuales semejan a un instrumento contrángulo de la pieza mano. Algunos de estos condensadores desarrollan una acción de golpe ligero o de martillo durante la condensación, mientras que otros se basan en el principio de vibración.

La condensación de la masa de amalgama dentro de la cavidad se hará tan pronto se hayan mezclado el mercurio y la aleación. El retraso al hacer la condensación dificulta eliminar el exceso de mercurio.

También es necesario prevenir la contaminación de la amalgama por humedad antes o durante la condensación de la masa dentro de la cavidad.

El material mezclado se compacta o condensa dentro de la cavidad en pequeñas porciones manera que:

- 1) Cada porción se adapta correctamente con un condensador del tamaño adecuado.
- 2) Se aplique un peso mayor de 4 o 5 Kg. A cada capa incrementa.
- 3) Al ir condensando la mezcla, salga a la superficie material rico en mercurio. Puede desecharse algo de éste, para disminuir el contenido final de mercurio y manejar las propiedades mecánicas.

El material debe condensarse tan pronto como sea posible después de la mezcla. Si se deja un rato y ha empezado a fraguar sucederá lo siguiente:

- 1) Será imposible una adaptación correcta a la cavidad
- 2) Será difícil eliminar el exceso de mercurio.
- 3) La unión entre las diferentes porciones será posible.
- 4) Tendrá valores de resistencia bajos.

Las amalgamas preparadas de aleaciones esféricas necesarias de aleaciones talladas en torno.

La condensación es más fácil con las aleaciones esféricas, ya que la punta del condensador a pasar entre el material en vez de desarrollar presión.

Generalmente, las amalgamas de partículas esferoides se condensa con más resistencias o materiales esféricos.

### **MODELADO Y TALLADO**

Cuando se ha sobresaturado la cavidad, se puede cortar y desechar la capa superficial rica en mercurio y la obturación se talla dando unos contornos correctos.

Una aleación de granos gruesos es más difícil de esculpir, ya que el instrumento retira trozos grandes de aleación de la superficie.

Las aleaciones esferoidales se utilizan cuando se desea un modelado más fácil.

Varias horas después de concluido el tallado, el dejar la superficie lisa, aunque no necesariamente con alto brillo, ayuda a la conservación de la integridad de la restauración.

### ***PULIDO***

Las amalgamas convencionales no se pulen hasta al menos 24 horas después de ser colocadas. Es decir, cuando la amalgama ha seguido una dureza considerable. Desde que las aleaciones ricas en cobre consiguen endurecerse más rápidamente, alguna vez se ha recomendado su pulido poco después de su colocación.

Los métodos empleados para pulir las amalgamas incluyen mezclas de piedra pomex en glicerina, óxido de zinc en alcohol u óxido cérico en agua, junto con un cepillo de cerdas o una copa de goma en una turbina dental de baja velocidad.

### ***RACION DE FRAGUADO DE LAS AMALGAMAS***

La reacción que tiene lugar entre el polvo de la aleación y el mercurio cuando se mezclan es compleja. El mercurio se difunde en las partículas de la aleación; las partículas muy pequeñas pueden quedar completamente disueltas en el mercurio.

La estructura de la aleación de las capas superficiales se rompe y los metales constituyentes se amalgaman con el mercurio.

Los productos de reacción cristalizan dando lugar a nuevas fases de la amalgama fraguada. Una cantidad considerable de la aleación inicial sigue sin reaccionar al finalizar el fraguado.

La estructura del material fraguado es tal, que los núcleos de las partículas de la aleación que no han reaccionado quedan incluidas en una matriz de productos de la reacción.

La velocidad de reacción es bastante lenta, y en algunos casos pasan varios días e incluso semanas hasta que se completa. Esto se refleja en las velocidades de desarrollo de las propiedades mecánicas.

## **PROPIEDADES DE LA AMALGAMA**

Algunas propiedades de importancia clínica incluyen el cambio dimensional, la resistencia, el escurrimiento y la pérdida de lustre y corrosión.

### ***CAMBIO DIMENSIONAL***

Cuando la amalgama endurecen, ocurre un cambio dimensional que puede causar que ésta se expanda o se contraiga, según su manipulación.

Demasiada expansión en una preparación clase I puede originar sensibilidad pos-operatoria en el diente o luna protusión de la restauración de la cavidad.

La contracción excesiva puede causar que la amalgama se separe de las paredes de la cavidad y haya filtración.

La mayor parte de las amalgamas modernas muestran una ligera contracción al término de 24 horas.

Se producirá mayor expansión si:

- a) Se utiliza una relación aleación-mercurio más alta
- b) Hay un tiempo de trituración mas corto.
- c) Se utiliza una presión menor durante la condensación
- d) La aleación tiene una partícula de tamaño grande.
- e) Se contamina con H<sub>2</sub>O antes de fraguar, en los materiales que contienen zinc.

Esto dará por resultado:

- 1.- Una reacción electrolica entre el zinc ( el ánodo) y otros metales que son catódicos y el H<sub>2</sub>O como un electrolito.
- 2.- Se desarrolla hidrógeno como resultado de esta reacción.
- 3.- La presión de hidrógeno desarrollado puede ser causa de que la amalgama fluya o se escurra.
- 4.- Esto prodece expansión.

Es importante que la obturación fraguada final no tenga dimensiones muy diferentes a las de la cavidad.

Una contracción importante causaría una brecha marginal por donde podrían penetrar líquidos.

Una gran expansión podría ocasionar una protusión de la obturación de la cavidad.

En consecuencia, las pruebas de especificación estándar de la amalgama dental sólo permite una pequeña expansión (por lo general un máximo de 10.2%) o una pequeña contracción de máximo 0.1%.

Podría resultar una expansión mucho mayor si una amalgama que contuviera zinc se contaminase con humedad durante la condensación. El zinc reacciona con agua produciendo agua.

### ***INFILTRACION MARGINAL***

La infiltración marginal inicial de una restauración de amalgama, de acuerdo con las pruebas invitro disminuye con el tiempo, ya que se produce el sellado de las microfisuras por los productos de descomposición de la corrosión.

### ***RESISTENCIA***

La amalgama no posee resistencia para soportar las fuerzas de la masticación sin el soporte de esmalte adecuado.

La resistencia a la tracción de las amalgamas dentales es mucho menor que la compresión. A los 15 minutos, la resistencia a la tracción debe ser más alta para las amalgamas esféricas con alto contenido de cobre.

Unos 15 minutos después de colocar la obturación, la amalgama es relativamente débil. En consecuencia es necesario explicar al paciente que no debe aplicar una fuerza indebida sobre una obturación de amalgama recién aplicada.

Existe una buena correlación entre resistencia y contenido de mercurio. Las propiedades óptimas se producen en amalgamas que contienen un 44-48% de mercurio.

Dado que la mayoría de los materiales tienen una proporción inicial de más de 50% de mercurio, es necesario reducir este nivel durante la manipulación.

El nivel en el cual la amalgama obtiene la resistencia, es una característica clínica importante. Si la restauración con amalgama es sujeta a fuerzas de masticación inmediatamente después de la inserción, el daño que recibe al sobrecargarse puede causar que la amalgama se fracture.

Las amalgamas molidas y esféricas con bajo contenido de cobre tienen escasa resistencia a la fractura marginal. El resultado de la fractura marginal predispone a un aumento a la corrosión y a la filtración marginal.

El resultado de la fractura marginal predispone a un aumento a la corrosión y a la filtración y a la filtración marginal. Las amalgamas mezcladas y esféricas con alto contenido de cobre tienen valores bajos de escurrimiento y resistencia superior a la fractura marginal.

Los factores siguientes pueden producir una restauración de amalgama débil:

- 1) Poca trituration
- 2) Contenido demasiado alto de mercurio
- 3) Presión de condensación demasiado baja
- 4) Velocidad lenta de compactación
- 5) Corrosión.

La velocidad de desarrollo de la resistencia o dureza de la amalgama es importante.

Con amalgamas que desarrollan la dureza lentamente hay peligro de que ésta restauración sufra una fractura temprana.

Generalmente, las amalgamas esféricas y ricas en cobre consiguen antes una dureza mayor. Delas fases presentes en

las amalgamas convencionales la Gamma 2 es la más débil y blanda.

### ***DEFORMACION PLASTICA (estiramiento)***

La amalgama sufre cierto grado de deformación plástica cuando se somete a fuerzas intraorales dinámicas.

Sin embargo, la tendencia del material al estiramiento se mide en el laboratorio utilizando un test de estiramiento estático.

El estiramiento hace que la amalgama se deforme, de tal modo que la amalgama no soportada protye del margen de la cavidad

Estos bordes no soportados son débiles y pueden debilitarse aún más por corrosión.

La fractura produce la deformación de una "zanja" alrededor de los márgenes de restauración de la amalgama. Este fenómeno se denomina atrincheramiento de amalgama.

La fase Gamma 2 es la principal responsable de los valores relativamente altos de estiramiento que muestran algunos materiales.

Aunque pueden estar implicada la fase Gamma 2, como responsable del elevado estiramiento, no es el único factor implicado.

### ***PERDIDA DE LUSTRE Y CORROSION***

El deslustre o corrosión ligera causan una restauración pigmentada que, a menudo, no es perjudicial. Las etapas finales de dichos efectos pueden conducir a una restauración no estética y causar la alteración de sus propiedades mecánicas.



El deslustrado implica simplemente la pérdida de lustre de la superficie del metal o aleación debida a la formación de un revestimiento de superficie. No se afecta la integridad de la aleación y no cabe esperar ningún cambio de las propiedades mecánicas.

La corrosión puede afectar de forma más significativa a la estructura y a las propiedades mecánicas de las amalgamas.

La estructura multifásica heterogénea de la amalgama dental hace que esta tenga tendencia a la corrosión.

La corrosión produce una restauración con aspecto deficiente que puede afectar de modo significativo las propiedades mecánicas.

Aumentan las probabilidades de corrosión, en particular, si también se ha producido estiramiento. Se cree que un efecto beneficioso de la corrosión es el sellado marginal de la obturación con productos de la corrosión que reducen el filtrado marginal.

Las superficies lisas tienen menos tendencia a concentrar la corrosión en puntos.

Las amalgamas ricas en cobre no contienen fase Gamma 2. La fase cobre estaño, que constituye esta fase en estos materiales, sigue siendo la fase con mayor tendencia a la corrosión de la amalgama. Sin embargo, las corrientes de corrosión producidas son de magnitud mucho menor que la de las amalgamas convencionales.

El fracaso de las restauraciones de amalgama por el lustre y la corrosión se puede reducir y mediante un cuidadoso terminado y pulido.

El hidrocloreuro de estaño se ha clasificado como un producto de corrosión.

También es probable que ocurra corrosión química sobre amalgamas pulidas, en cuyo caso las fosetas y fisuras en la superficie atrapan restos que dañan las amalgamas.

La corrosión electroquímica ocurre en dientes adyacentes que tienen contacto con diferentes restauraciones metálicas como el oro y la amalgama.

El proceso de corrosión puede surgir por debajo de la superficie de la amalgama, debilitando con ello la restauración y posiblemente originando una fractura.

Las amalgamas mezcladas y las esféricas con alto contenido de cobre son menos susceptibles a la corrosión que las molidas y las esféricas con bajo contenido de cobre.

Deslustrado: la amalgama puede perder el brillo en presencia de azufre y dar una capa de sulfuros en la superficie de la restauración. En presencia de saliva, se encuentran productos de corrosión como el  $\text{SnO}_2$  y  $\text{Sn}(\text{OH})_6\text{Cl}$ .

### ***FRACASO MARGINAL***

En un proceso común el que se "deshagan" los márgenes de la amalgama.

- a) Una técnica pobre puede causar descomposición, por ejemplo, un margen de amalgama no soportado que se extiende sobre el esmalte puede fracturarse durante la masticación.
- b) En general, los materiales con valores altos de estiramiento muestran tener poca duración de los márgenes.

### ***DIFUSION TERMICA***

La amalgama dental es un conductor de calor, mientras que el esmalte y la dentina, son aislantes térmicos. Por consiguiente, las grandes restauraciones de amalgama se revisten, generalmente, con cemento aislante térmico par proteger la pulpa de los cambios de temperatura de la boca debidos a las comidas y bebidas frías y calientes.

## **PROPIEDADES TERMICAS**

La amalgama tiene un valor relativamente elevado de conductibilidad térmica, como cabe esperar de un material restaurados metálico. Así, en la construcción de una restauración de amalgama, un material aislante, la dentina, es sustituido por un material térmico.

En grandes cavidades es necesario colocar una base termoaislante antes de condensar la amalgama. Esto reduce los efectos perjudiciales de los estímulos térmicos sobre la pulpa.

El valor del coeficiente de expansión térmica (cambio de longitud por unidad de temperatura) es unas tres veces superior al de la dentina.

Esto, junto con la mayor conductividad de la amalgama, produce una mayor expansión y contracción de la restauración que en el diente circundante cuando un paciente toma alimentos o bebidas calientes o frías.

Este desajuste del comportamiento de expansión térmica puede producir microfiltrados alrededor de la obturación, dado que no existe adherencia entre la amalgama y la sustancia dentaria.

La presencia de caries en la dentina que rodea una obturación de amalgama es la principal causa de sustitución de tales restauraciones. Es probable que el microfiltrado desempeñe un papel importante en el inicio de las lesiones.

## **PROPIEDADES BIOLOGICAS**

Se sabe que ciertos compuestos de mercurio tienen efectos perjudiciales sobre el sistema nervioso central. Así como existe un acuerdo general en que las obturaciones de amalgama no producen lesiones a los pacientes, existe la preocupación sobre los posibles efectos a largo plaza de la exposición de los dentistas y sus ayudantes a los vapores de mercurio.

**Pueden evitarse problemas graves asegurando una buena ventilación de la consulta y escogiendo un suelo que permita la eliminación rápida de derrames accidentales.**

**El exceso, los desechos y los trozos de amalgama deben almacenarse, bajo agua o en una solución fijadora química, en un recipiente hermético para impedir otra posible fuente de contaminación.**

## CAUSA DE LOS FRACASOS EN LA OBTURACION CON AMALGAMA

<b>CAUSAS DE LOS FRACASOS</b>	
<i>Inherentes al :</i>	
<i>Operador</i>	Diagnóstico equivocado del caso. Criterio erróneo en la elección del material . Defectos en el diseño e instrumentación de cavidades. Manipulación incorrecta del material.
<i>Material</i>	Cualidades deficientes: formulación. Pérdida de propiedades: contaminación
<i>Paciente</i>	Alteración fisicoquímica del medio bucal. Dieta alimentaria. Higiene bucal incorrecta o deficiente. Gran potencia masticatoria. Hábitos lesivos.

Healey y Phillips en una evaluación clínica, comprobaron que el 56% de los fracasos en las restauraciones de amalgama se debía a preparaciones cavitarias defectuosas y el 40% a la incorrecta manipulación del material; consecuentemente, el profesional era el responsable de dichos fracasos.

Según Miller, los fracasos de una restauración de amalgama se debían enteramente a que los odontólogos no prestaban atención a detalles tan importantes como la utilización de aleaciones de la mejor calidad; la correcta manipulación de la amalgama, el diseño y tallado cavitario adecuado, el uso del dique de goma y perfecta adaptación de la matriz.

En el transcurso de las últimas décadas, las aleaciones fueron sometidas a modificaciones importantes:

- a) Cambio en las formas de las partículas (irregulares, esféricas y esferoidales);
- b) Cambio en el tamaño de las partículas (corte fino 25 micras, irregulares 35 micras y esféricas 40 o 50 micras, y
- c) Diferente método o sistema de preparación de partículas-fresado o lingote o por atomización.

La variación en el procesamiento de las partículas de la aleación derivó tanto en un mejoramiento de sus propiedades fisicoquímicas y mecánicas como de su comportamiento clínico.

Esto originó la aparición en el mercado la que se forma puede resultar beneficiosa al provocar su pasividad, disminuyendo el ritmo de los procesos de corrosión.

Las variables que influyen en el éxito o fracaso de las restauraciones de amalgama son inherentes: 1) al operador, 2) al material y 3) al paciente.

### ***AL OPERADOR***

Del conjunto de causas que ocasionan fracasos de las amalgamas debidas al operador, se destacan: el diagnóstico equivocado del caso, un criterio erróneo en la selección del material, defectos de diseño e instrumentación de cavidades y manipulación incorrecta del material.

### **DIAGNOSTICO**

El diagnóstico pulpar incorrecto puede llevar a la remoción de la restauración a corto plazo.

Es imprescindible utilizar todas las técnicas auxiliares de diagnóstico-Rx, test de vitalidad pulpar, transluminación, etc.-

además de realizar una exhaustiva anamnesis y la evaluación comparativa de los resultados para arribar a un correcto diagnóstico.

## SELECCIÓN DEL MATERIAL.

En la selección del material se debe tener presente que la amalgama no protege la pieza dentaria sino que ésta la soporta. En grandes reconstrucciones el material de elección sería aquel indicado para realizar restauraciones rígidas intracoronarias o extracoronarias, o plásticas como el composite en lugar de la amalgama.

## DISEÑO E INSTRUMENTACION

Siendo la amalgama un producto no adhesivo, su permanencia en la cavidad dependerá de las características del tallado que el operador efectúe para asegurar la resistencia y la retención del material empleado.

Las fallas en el diseño e instrumentación cavitarias constituyen los principales factores en el fracaso de las restauraciones de amalgama, provocando, desde la más pequeña fractura marginal hasta la caída total de la restauración.

Respetar los cánones básicos de la operatoria dental moderna, que preconiza el ahorro de tejido dentario sano; cumplimentar todos los detalles de técnica, indispensables en cada paso operativo, y realizarlos de forma correcta, permite disminuir el riesgo de fracaso en las restauraciones de amalgama.

## MANIPULACION

La amalgama sólo adquiere el máximo de sus propiedades cuando se observan cuidadosamente todos los pasos de su manipulación.

Proporciones correctas en la relación aleación-mercurio; trituración indicada; condensación necesaria; terminación adecuada.

EST. IECIS SA DEBE  
SALIR DE LA  
TECA

Un factor importante en el comportamiento clínico de la amalgama es el mercurio residual, o sea el mercurio que queda definitivamente en la restauración terminada. Como regla general, a mayor cantidad de mercurio residual, mayor expansión, aumento del escurrimiento o creep y mayor fractura marginal. El escaso contenido de mercurio genera una amalgama seca, porosa y difícil de condensar, que se corroe y fractura con gran facilidad. Lo ideal es que la restauración terminada tenga aproximadamente del 47 al 50 % de mercurio residual. Por encima del 60% de mercurio residual, la amalgama pierde la mitad, aproximadamente, de su resistencia, tanto comprensiva como traccional. Estas razones son suficientes para respetar la relación aleación mercurio indicada por el fabricante.

#### TRITURACION INDICADA

La alteración de la relación  $F \times V \times T$  (fuerza  $\times$  velocidad  $\times$  tiempo) indicada por el fabricante para la trituration de cada tipo de aleación hace que la amalgamación no se realiza en forma integral.

La escasa trituration genera una amalgama con bajas propiedades mecánicas, con menor plasticidad y difícil de condensar. Esto impide la correcta eliminación de poros y favorece una mayor expansión.

Con la sobretrituration genera una amalgama con bajas propiedades mecánicas, con menor plasticidad y difícil de condensar. Esto impide la correcta eliminación de poros y favorece una mayor expansión.

Tanto la subtrituration como la sobretrituration son factores que aumentan el riesgo de fractura marginal.

#### CONDENSACION NECESARIA

Es la que se logra ejerciendo la mayor presión que resista la plasticidad del material, de acuerdo con sus características, las cuales dependen de las formas de las partículas; lo contrario favorece la contracción inicial, dificulta la



adaptación a las paredes, impide la eliminación del exceso de mercurio que produce expansión prolongada y continua y los poros que disminuyen la densidad de la masa.

La disminución de las propiedades de la amalgama por efecto de una mala condensación se traduce en aumento de la fractura marginal.

#### **TERMINACION ADECUADA**

Por último, la terminación de la restauración mediante un correcto tallado debe devolver la forma anatómica a la pieza dentaria, restaurando la relación de contacto y la intercuspidadación, para evitar desarmonías oclusales y trastornos a nivel periodontal; debe eliminar los excesos de amalgama en los bordes cavitarios para disminuir las posibilidades de fractura marginal y caries secundaria.

La lisura superficial al final disminuye la retención de placa bacteriana y los procesos de corrosión pigmentación.

#### ***AL MATERIAL***

Las causas principales de fracasos de las amalgamas relacionadas directamente al materia se deben a cualidades deficientes por mala formulación y pérdida de las propiedades por contaminación.

#### **CUALIDADES DEFICIENTES**

Las cualidades deficientes que presentan las amalgamas por alteraciones en la formulación están en relación directa con el tipo de partículas y la composición química.

Tipo de partículas: se ha comprobado experimentalmente, tanto in vitro como in vivo, que cuando se usan amalgamas con un alto porcentaje de escurrimiento se produce en forma rápida la fractura marginal. En cambio, cuando se utilizan aleaciones para amalgama con bajo porcentaje de

escurrimiento la fractura marginal es mínima o tarda mucho más tiempo en aparecer clínicamente.

La aleación para amalgama que tiene el más alto escurrimiento es la del tipo denominado de grano extrafino omicrocut.

Composición química: la composición de la aleación para amalgama afecta en forma muy significativa su resistencia mecánica. La presencia de  $\gamma_2$  en las amalgamas convencionales produce una disminución de la resistencia a la corrosión y un aumento de la expansión y de la fractura marginal.

Actualmente, la formación de fase  $\gamma_2$  es poco mensurable por la presencia de alto contenido de cobre en las nuevas formulaciones de la aleación para amalgama.

Si bien las nuevas aleaciones con bajo contenido de cinc al ser afectadas por la humedad no producen la expansión retardada, otra propiedad, la resistencia a la corrosión, se ve alterada. La necesidad de realizar aislación absoluta se debe a que estos materiales están fabricados para ser manipulados en campo seco.

#### PERDIDA DE PROPIEDADES

La contaminación del mercurio con pequeñísimas cantidades de otros metales (bismuto, estaño, plomo, cadmio, antimonio, etc.) altera las propiedades de la amalgama y puede provocar lesiones pulpares debido a la toxicidad de estos contaminantes. La pérdida de brillo superficial del mercurio indica que el contenido de estos elementos es superior al 0.001 %, establecido por las normas como no tóxico.

En las aleaciones de fase dispersa, si se conservan durante un lapso prolongado de tiempo en contacto con el aire, el eutéctico se oxida impidiendo que el cobre quede libre para reaccionar rápidamente con el mercurio e impida la formación de fase  $\gamma_2$ .

## ***AL PACIENTE***

Entre las variables inherentes al paciente se destacan las alteraciones fisicoquímicas del medio bucal, provocadas por enfermedades, medicación y tratamientos prolongados. Una dieta rica en hidratos de carbono, o que contenga sustancias nocivas para los tejidos dentarios (ácido cítrico) y la higiene dental incorrecta o deficiente favorecen la instalación de la placa bacteriana y aumenta la posibilidad de caries secundarias y/o enfermedad periodontal.

La potencia masticatoria exagerada sobre los bordes de las restauraciones o las cúspides los bordes de las restauraciones o las cúspides débiles, junto con los hábitos lesivos voluntarios o involuntarios como el bruxismo o las abrasiones mecánicas, son factores que disminuyen la vida útil de las restauraciones y provocan fracturas que no ocurrirían normalmente.

## CONCLUSIONES

En la práctica se observa un gran número de amalgamas fracasadas. El éxito o fracaso de la amalgama depende de cada uno de los pasos a seguir, desde la apertura de la cavidad hasta el pulido de la obturación y así mismo habilidad del operador.

Se ha observado que un 10% de los fracasos corresponden a la contaminación. Esta contaminación ya sea por humedad (saliva), provoca una expansión excesiva.

El uso de la matriz es indispensable en cavidades en las cuales falte una o más paredes y para el mejor acoplamiento de la matriz, se recomienda el uso adecuado de cuñas.

Un 25% de dichos fracasos corresponden a la manipulación. Tanto a la proporción correcta de la relación aleación-mercurio, como a una trituration adecuada respecto a la presión ejercida y el tiempo empleado. Todo esto influirá en las propiedades físicas de la amalgama.

El tallado y el pulido de la obturación contribuirán también en el número de los fracasos y finalmente tendrá que tomarse en cuenta , el tipo de oclusión y hábitos del paciente así como los distintos tipos y calidad del material.

La amalgama es muy útil en gran parte de las restauraciones dentales, por lo menos hasta que se desarrollen restauraciones más estéticas que puedan adaptarse a áreas de esfuerzo.

## **BIBLIOGRAFIA**

**Barrancos Money Julio**  
**Operatoria dental restauraciones**  
**Primera edición,1988**  
**Editorial Médica Panamericana**  
**p.p. 534-541.**

**Clifford M.Sturdevant**  
**Arte y ciencia de la operatoria dental**  
**Primera edición,1987**  
**Editorial Medica Panamericana**  
**p.p. 150-170.**

**E.C.Combe**  
**Materiales dentales**  
**Primera edición ,1990**  
**Editorial Labor ,S.A**  
**p.p. 175-185.**

**Mc Cabe, J.F**  
**Materiales de aplicación dental**  
**Primera edición**  
**Editorial Salvat editores**  
**p.p. 131-139.**

**Richard Van Noort**  
**Introduction to dental materials**  
**Edit.Mosby ,1994**  
**p.p. 83-86.**

**Seide, Leonart J**  
**Odontologia restauradora**  
**Primera edición ,1983**  
**Editorial Medica Panamericana.**

**Uribe, Echeverria Jorge**  
**Operatoria dental ciencia y practica**  
**Ediciones Avances Medico Dentales,S.L.**

**Osborne Jhon**  
**Tecnologia y Materiales Dentales**  
**Primera edición, 1987**  
**Editorial Limusa**  
**p.p. 449-447.**