

514



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO**

FACULTAD DE ODONTOLOGIA

ALEACIONES EN OPERATORIA DENTAL

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

CIRUJANA DENTISTA

P R E S E N T A:

Domitila María de la Luz Torres Ortíz

28769A

DIRECTOR Y ASESOR DE LA TESINA

C.D. GASTON ROMERO GRANDE



MEXICO, D. F.

ENERO 2001



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.

A MIS PADRES

Sra. Balbina Ortiz Estrella
Sr. José Guadalupe Torres Morales

Que con cariño han sabido apoyarme
y me enseñaron el camino del bien.

A MI HIJO

Eduardo Valeriano Torres

Que significa los más gratos momentos
de mi vida.

A MI ESPOSO

Francisco Valeriano Pérez

Por su comprensión, su cariño y apoyo
que me brindó para la realización de
este trabajo.

A MIS AMIGOS

Quienes me impulsaron y me ayudaron
a seguir adelante.

AL HONORABLE JURADO

Que con su sabias enseñanzas han hecho
de mi un ser humano útil, tanto a mi misma
como a la sociedad.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
III. JUSTIFICACIÓN	6
IV. OBJETIVO GENERAL	6
V. OBJETIVOS ESPECIFICOS	7
VI. ANTECEDENTES HISTÓRICOS	9
CAPÍTULO 1	
ALEACIONES EN OPERATORIA DENTAL	
1.1. DEFINICIÓN (Concepto de Aleación)	23
1.2. CARACTERÍSTICAS DE LAS ALEACIONES	23
1.3. CLASIFICACIÓN DE LAS ALEACIONES	24
1.4. ALEACIONES PARA COLADO	
(Semblanza General)	25
1.4.1. ALEACIÓN PLATA-PALADIO	25
1.4.2. ALEACIÓN PALADIO-PLATA	27
1.4.3. ALEACIÓN PLATA-ESTAÑO	28
CAPÍTULO 2	
ALEACIONES PARA AMALGAMA DENTAL	30
2.1. GENERALIDADES	30
2.2.1. ALEACIONES PARA AMALGAMA DENTAL	
(DEFINICIÓN)	30
2.3. COMPOSICIÓN	31
2.3.1. ALEACIONES CONVENCIONALES	31
2.3.2. ALEACIONES CON ALTO CONTENIDO EN COBRE	32
2.4. FABRICACIÓN DE LA AMALGAMA	33
2.5. CLASIFICACIÓN DE LAS PRESENTACIONES	
PARA ALEACIONES DE AMALGAMA DENTAL	35
2.6. PROPIEDADES	
(Efecto de los componentes en la aleación)	37
2.6.1. PLATA	37
2.6.2. ESTAÑO	37
2.6.3. COBRE	37
2.6.4. CINC	38
2.6.5. MERCURIO	38
2.7. TOXICIDAD DEL MERCURIO	39
2.7.1. CIRCUNSTANCIAS QUE INFLUYEN EN LA TOXICIDAD	39
2.7.2. CARACTERÍSTICAS QUE PRESENTAN LOS VAPORES	
DE MERCURIO	40
2.8. PRECAUCIONES QUE DEBEN SEGUIRSE EN EL	
MANEJO DEL MERCURIO	41

2.9.	FASES DE LA REACCION DE FRAGUADO DE LAS ALEACIONES PARA AMALGAMA	43
2.9.1.	FASE GAMMA	44
2.9.2.	FASE GAMMA I	44
2.9.3.	FASE GAMMA II	45

	TABLA DE PORCENTAJES EN LA COMPOSICIÓN DE ALGUNAS FORMULAS ACTUALES DE AMALGAMA	48
--	---------------------------------------------------------------------------------	----

2.10.	PROPIEDADES FÍSICAS DE LAS PARTICULAS (Formas, tamaños y cualidades según el tipo de aleación)	48
2.10.1.	ALEACIONES CONVENCIONALES	48
2.10.2.	ALEACIONES ESFERICAS	49
2.10.3.	ALEACIONES CON ALTO CONTENIDO DE COBRE	49

CAPÍTULO 3

ORO PARA OBTURACIÓN DIRECTA

	CARACTERÍSTICAS GENERALES Y PROPIEDADES DEL ORO DIRECTO. –CONSIDERACIONES PRELIMINARES-	51
--	-----------------------------------------------------------------------------------------	----

3.1.	ORO PURO	51
------	----------	----

3.2.	PROPIEDADES DEL ORO COMO MATERIAL DE OBTURACIÓN DIRECTO	52
------	---------------------------------------------------------	----

3.2.A.	SOLDADURA	53
--------	-----------	----

3.2.B.	ENDURECIMIENTO POR TRABAJO	53
--------	----------------------------	----

3.2.3.	PROPIEDADES FÍSICAS	54
--------	---------------------	----

3.2.3.1.	DENSIDAD	54
----------	----------	----

3.2.3.2.	COHESIÓN	55
----------	----------	----

3.2.3.3.	ORO COHESIVO	55
----------	--------------	----

3.2.3.4.	MALEABILIDAD	56
----------	--------------	----

3.2.3.5.	DUCTILIDAD	57
----------	------------	----

3.2.3.6.	DUREZA	58
----------	--------	----

3.2.3.7.	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN	60
----------	---------------------------	----

3.2.3.8.	COEFICIENTE DE EXPANSIÓN TÉRMICO LINEAL	60
----------	-----------------------------------------	----

3.2.3.9.	CONDUCTIBILIDAD TÉRMICA	61
----------	-------------------------	----

3.2.3.10.	CONDUCTIBILIDAD ELECTRICA	61
-----------	---------------------------	----

3.2.3.11.	GRAVEDAD ESPECÍFICA	61
-----------	---------------------	----

3.3.	ORO COHESIVO Y NO COHESIVO	62
------	----------------------------	----

3.3.1.	ORO EN HOJA (GOLD FOIL) U ORO FIBROSO	63
--------	---------------------------------------	----

3.3.2.	ORO PLATINIZADO (PLATINIZED GOLD FOIL)	64
--------	----------------------------------------	----

3.3.3.	ORO EN POLVO O GRANULAR	65
--------	-------------------------	----

3.3.4.	ORO DIRECTO (SPONGE GOLD)	68
--------	---------------------------	----

3.3.5.	ORO DIRECTO CRYSTALLINE O MAT GOLD	68
--------	------------------------------------	----

3.3.6.	ORO DIRECTO "ELECTRALLOY"	70
--------	---------------------------	----

4.	CONCLUSIONES	72
----	--------------	----

ALEACIONES EN OPERATORIA DENTAL

I. INTRODUCCION

El propósito del presente escrito es referir una descripción concreta de los distintos tipos de aleaciones utilizadas para la realización de obturaciones y restauraciones en el ámbito de la operatoria dental.

En odontología, las aleaciones metálicas representan una de las cuatro clases de materiales empleados para la reconstrucción de órganos dentarios perdidos o dañados por procesos cariosos.

Por lo regular, todos los metales y aleaciones usados en odontología restauradora son sólidos cristalinos. Con excepción del oro puro laminado (del cual se hará mención en este trabajo), el titanio puro comercial y las puntas de plata para endodoncia, la mayor parte de los metales usados para restauraciones, para estructuras de prótesis parciales y para alambres de ortodoncia son aleaciones.

Refiriéndonos más específicamente a las aleaciones que comúnmente se destinan en los procedimientos restaurativos llevados a cabo de manera directa por el facultativo en el consultorio dental, es imprescindible citar, en primer término, el desarrollo, uso y aplicación de las **aleaciones para amalgama dental**. Este material de obturación es el más antiguo de los que todavía se usan en la actualidad, y su origen tiene verificativo a mediados del siglo XIX. Por tal motivo, será menester imperativo efectuar un relato detallado de los orígenes y desarrollo de la amalgama para conocer más a fondo sus antecedentes en el campo de la profesión dental, y además, hacer referencia de otros materiales aún más antiguos que con ingenio y habilidad empírica fueron descubiertos y aplicados por las civilizaciones del México ancestral, en un entorno donde las cosas que provee la naturaleza son la única fuente de aprovechamiento viable y que, con la debida sapiencia,

hacen posible que el hombre incursione en los primordios de la disciplina odontológica.

Es también de fundamental importancia citar un material de restauración que en sí mismo constituye probablemente el único metal ligado a todas las civilizaciones humanas a través de la historia: el **oro** es el metal dorado siempre implícito al referirnos a los Egipcios, Persas, Griegos, Romanos, Babilonios, etc. Por su importancia y valor, juega un papel importante tanto político, social y económico dentro de estas grandes culturas antiguas.

A través de la historia, el preciado metal áureo aparece en los cinco continentes formando parte imprescindible en el comercio y la economía de las naciones.

Antes de analizar de manera general al oro como material de restauración dental, es preciso mencionar una de sus presentaciones más usualmente empleadas: la **hoja de oro**. Históricamente el oro en hoja es el producto más antiguo de todos los que se conocen y se ha usado por miles de años; la primera demostración de uso del oro en hojas para joyería fue en las culturas griegas y romanas de aproximadamente 2500 años antes de Cristo. Su uso en el arte es, sin duda el más bello que se le puede dar a este codiciado elemento, posee un significado universal y atemporal, los orfebres han desarrollado desde la antigüedad técnicas para elaborar trabajos que asombraron y siguen asombrando al mundo entero. Actualmente la joyería acapara un gran porcentaje de este metal para complacer la vanidad de miles de personas alrededor del mundo.

En la odontología el oro constituye un material insustituible, pese a todos los adelantos en materiales dentales sintéticos y en aleaciones. Por su maleabilidad, ductibilidad e inalterabilidad se hace placentero trabajar con este metal. Se utiliza en diferentes tipos de restauraciones, principalmente en las **formas de oro para obturación directa** (que por tratarse de un material de aplicación in situ para restaurar cavidades, haré mención es este tratado).

En sus formas de **aleaciones dentales de oro para colado** se aplica para la elaboración de incrustaciones; en prótesis parcial fija y removible, para la construcción de coronas y estructuras de puentes y, además, para la fabricación de alambres formando **aleaciones forjadas** ternarias simples de oro, cobre y plata o aleaciones platinizadas asociándose con platino y paladio para usarse de manera endurecida por el trabajo para aparatos de ortodoncia.

Actualmente, el precio del oro ha motivado que los odontólogos y los técnicos dentales lo sustituyan por materiales más económicos y que ofrezcan, aproximadamente, las mismas ventajas. Cuando el precio del oro no era tan elevado como hoy día, efectuar una clasificación de las variadas aleaciones existentes para colado dental implicaba cierta facilidad, ya que sólo existían cuatro tipos de aleación. Las aleaciones que contienen alguno o varios de los metales nobles (oro, platino y paladio) forman estos tipos que se conocen a veces como **aleaciones homologadas**, debido a que cumplen tanto con los estándares de E.E. U.U. como con los internacionales, incluyendo en BS 4425 (BS = Estándar Británico), que exige que contengan no menos del 75 % de metales nobles. A pesar de que estas aleaciones son las más costosas, deben usarse preferentemente siempre que sea posible, ya que ofrecen el máximo grado de resistencia tanto al deslustre como la corrosión. Considerando que las razones económicas actualmente obligan a usar aleaciones con menor contenido en oro que las del BS 4425, las aleaciones modernas pueden describirse todavía en relación con las propiedades mecánicas de los cuatro tipos originales.

Debemos tener en cuenta entonces, que el oro, como patrón fundamental del orden económico mundial, es un metal que tanto gobiernos como particulares tratan de conservar y obtener. Pues aunque el devenir de la historia y el transcurrir de la vida den violentos giros, súbitos e impredecibles, el oro a través de los siglos no pierde su valor ni firmeza.

Por todo lo anteriormente expuesto, he de explicar de una manera sucinta y concisa las consideraciones más sobresalientes de estos materiales, primeramente, definiendo el concepto de **aleación** y a la vez desglosando algunas de las distintas clasificaciones que se han realizado en cuanto a éstas.

El imperativo fundamental será además el hecho de mencionar las características intrínsecas y bondades de los materiales metálicos de restauración más solicitados de la profesión odontológica, sin menoscabo de algunas de sus posibles limitantes, que a juicio de algunos, pudiesen suscitarse.

En cuanto al estudio de las amalgamas dentales, debemos tener en cuenta de antemano que la mayoría de las que actualmente se utilizan son denominadas específicamente **amalgamas de plata**, ya que este metal es el principal componente de la aleación que reacciona con el mercurio. Como veremos, otros tipos han sido utilizados en el pasado, tal como la **amalgama de cobre**, que actualmente es poco usada debido a su potencial de corrosión y a los posibles daños causados por la toxicidad de los vapores de mercurio que se liberan durante su preparación. Otra de las amalgamas actualmente en desuso es la **amalgama de oro (gold alloy)**, con un contenido de 40 % de oro y 60 % de mercurio, ya endurecida se caracteriza por ser fusible y friable.

En la época contemporánea, y a la vez por su costo accesible, la amalgama dental es aún el material de obturación más ampliamente utilizado para la restauración de los dientes posteriores, endurecida o fraguada es más fuerte que cualquier otro cemento dental o material de obturación anterior. A pesar de las últimas tendencias innovadoras que han devenido con el desarrollo de los composites dentales o resinas compuestas, éstas no han podido sustituir las características del metal en cuanto resistencia a las cargas masticatorias.

Espero que lo expuesto en este trabajo de investigación documental, pueda constituir un aporte sustancioso de carácter informativo, y que, a manera de prontuario, sea una fuente de consulta auxiliar para tener presentes los conceptos elementales de las características y especificaciones de los materiales mencionados, ya que su aplicación es de suma importancia en el quehacer cotidiano de la Operatoria Dental y su trascendencia en el campo general de la profesión odontológica.

II.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Por lo regular, en la práctica odontológica actual una gran mayoría de los versados en esta profesión, tanto practicantes como profesionales, aprendemos con cierta facilidad y desarrollamos con destreza y habilidad las técnicas de manipulación directa de los materiales de restauración que comúnmente demandan los procedimientos clínicos.

El tema de las aleaciones dentales que se utilizan de manera general y sus alcances en el campo de la Odontología Restauradora abarca una miríada de conocimientos, todos ellos logrados a través de un largo proceso conformado por múltiples investigaciones y ensayos.

Concretándonos de manera específica en la aplicación de los materiales dentales restaurativos concernientes a la materia que ocupa la Operatoria Dental, -debemos tener en cuenta a priori que esta disciplina constituye una parte esencial de la Odontología Restauradora-, es preciso entonces considerar también que nuestro deber es realizar un cuidadoso estudio de los materiales implícitos, fundado en el conocimiento básico tanto de su composición elemental como de sus características. En este caso particular, tratando el tema de **Aleaciones en Operatoria Dental**, del cual me ocupo en esta ocasión.

III.- JUSTIFICACIÓN

El hecho de que tanto el oro puro de uso dental, las aleaciones de oro para colados dentales, así como las aleaciones de amalgama dental sean materiales utilizados desde mucho tiempo atrás, sugiere que el conocimiento de sus características elementales y técnicas de manipulación sea ampliamente conocida, sin embargo, por ser tan usados (principalmente las amalgamas), han provocado descuidos en su manejo que repercuten a posteriori en la clínica.

Debido a la amplitud que abarca el estudio de estos materiales, me dedicaré exclusivamente a lo que anteriormente he expuesto. Estoy conciente de que el aspecto clínico es demasiado importante, pero tengo la esperanza de que más adelante algún otro compañero o compañera expresen sus deseos de tratarlo.

IV.- OBJETIVO GENERAL

El propósito y razón fundamental de esta tesina es proporcionar una reseña descriptiva generalizada de los materiales de restauración constituidos a base de aleaciones metálicas que son de interés preponderante en Operatoria Dental, destacando entre éstos los que se manipulan y aplican directamente en el campo operatorio clínico. Haré referencia, de la manera más concreta y comprensible, de los conceptos, generalidades, clasificación, características físicas y algunas especificaciones de aplicación práctica de las aleaciones para amalgama dental y el oro dental u hojas de oro para obturación directa. Así también mencionaré, a modo de exposición inicial para un mejor entendimiento del tema, algunos otros tipos de aleaciones que se aplican en Odontología

Restauradora, realizadas a base de oro y otros metales nobles mediante el método de colado para la elaboración de incrustaciones (inlays), onlays y coronas.

V.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS

V.1.- Con respecto al tema concerniente a las aleaciones para amalgama dental, habremos de considerar los siguientes puntos:

V.1.1.- Definir los conceptos de amalgama dental, aleación para amalgama dental, aleación de tipo fase dispersa y aleación preamalgamada.

V.1.2.- Enumerar los componentes presentes en la aleación para amalgama dental y en la amalgama dental.

V.1.3.- Dar los porcentajes máximos y/o mínimo en peso de los principales componentes de una aleación para amalgama dental convencional.

V.1.4.- Describir los efectos de los componentes sobre el comportamiento de la amalgama final.

V.1.5.- Explicar las diferencias entre reacciones de fraguado de las aleaciones del tipo Ag-Sn y las del tipo disperso.

V.1.6.- Identificar las fases de la amalgama dental y dar las características principales de cada una de ellas.

V.1.7.- Explicar el propósito de la condensación de la amalgama dental.

V.1.8.- Explicar el efecto de la condensación completa sobre la expansión de fraguado, el "creep" y la resistencia.

V.1.9.- Explicar la necesidad de mantener prácticas higiénicas adecuadas con respecto al mercurio en el consultorio dental.

V.2.- En cuanto al oro para obturación directa, tendremos en cuenta los siguientes aspectos:

V.2.1.- Nombrar los distintos materiales para orificar.

V.2.2.- Explicar el proceso de fabricación de cada uno de estos oros.

V.2.3.- Enumerar las indicaciones para el uso de la orificación.

V.2.4.- Enumerar los pesos específicos y los valores de dureza Knoop promedio para el oro en hojas, el oro mate y el oro en polvo.

V.2.5.- Describir el proceso de recocido para los distintos materiales para orificar.

V.2.6.- Citar algunos factores que controlan la condensación del oro para obturaciones.

V.2.7.- Nombrar los métodos básicos de condensación de los oros para obturación directa y describir su uso.

VI.- ANTECEDENTES HISTORICOS

El uso y aplicación de diversos materiales para propósitos estéticos y remedios de trastornos dentales tiene orígenes muy diversos dependiendo de la historicidad y desarrollo de las distintas culturas humanas.

Ya sea por motivos rituales, o con la finalidad de lograr un factor distintivo en la ornamentación facial, los pueblos de la antigüedad han llevado a cabo una gran cantidad de prácticas tendientes a alterar o modificar la apariencia natural de la facies y las estructuras dentales. De este modo, se efectuaban modificaciones tales como mutilaciones dentarias y de tejidos blandos; devastación o desgaste de los dientes anteriores con formas específicas; tratamiento de odontalgias con una multiplicidad de remedios herbolarios y, la aplicación de trozos de metal, alambres metálicos e incrustación de piedras sobre el esmalte de los dientes.

Los nativos que viven en áreas remotas de Malasia hoy en día incrustan aún sus dientes con trozos de alambre de latón y piedras semipreciosas pensando que así resaltan su belleza.

VI.1.- Hallazgos arqueológicos prehispánicos relacionados con la aplicación de materiales pétreos y minerales encaminados a corregir trastornos dentales. (Civilizaciones Azteca y Maya).

A pesar de que no se ha extraído demasiado material en las excavaciones arqueológicas el obtenido hasta la fecha permite sustentar la hipótesis de que en las antiguas civilizaciones mesoamericanas existieron médicos muy hábiles que ejecutaron sofisticadas restauraciones dentales.

La práctica de la terapéutica odontológica en el territorio mexicano tiene una historia muy amplia, que se remonta desde los tiempos prehistóricos hasta el presente.

Los aztecas y sus predecesores de los tiempos mitológicos de las antiguas razas mexicanas hablaban la lengua Náhuatl, estos grupos eran tribus bárbaras que se asentaron en las tierras altas del Valle de México unos 350 años después de ser abandonado Teotihuacan. Conquistaron las tribus vecinas y adoptaron las costumbres de los pueblos sometidos.

La salud dental de estas razas de ascendencia aborígen no era tan apreciable como es de suponer, padecían de caries, piorrea y todas las afecciones dentales conocidas actualmente. Considerando el momento histórico de su desarrollo cultural, la civilización mexica ideó una vasta cantidad de remedios, basados en medicina herbolaria, para el tratamiento de afecciones tales como la piorrea, odontalgias, caries dental, gingivitis y abscesos dentarios.

Además de conocer y tratar dichos trastornos, lo aztecas practicaban mutilaciones dentales diversas e incrustaciones dentarias utilizando piedras y algunos minerales. Se han encontrado cráneos pertenecientes a pobladores de esta cultura que muestran piezas dentales obturadas con vidrio negro pulido. Así como también dientes con engastes de cristal de roca, jade, turquesa, obsidiana y cemento rojo. Además, el instrumento de cirugía dental empleado para trepanar el esmalte estaba hecho de obsidiana, que es un agudo vidrio volcánico.

Han sido hallados en adecuado estado de conservación huesos maxilares que revelan este tipo de prácticas en otros sitios del país como son Cholula, Puebla y en Tacolpa, Estado de Veracruz.

Una de las fuentes documentales más sobresalientes de conocimiento acerca de las primeras prácticas odontológicas entre los aztecas son los escritos de un monje español que llegó al nuevo mundo al terminar la conquista. Fray Bernardino de Sahagún menciona y registra diversos

aspectos culturales de los pueblos recién conquistados. Entre otras cosas, estudió las enfermedades bucales y su tratamiento con hierbas y otros derivados botánicos; tradujo los nombres de los dientes al Náhuatl haciendo mención además de órganos dentarios sueltos y fracturados. Citó que para el tratamiento de cavidades expuestas, éstas se llenaban con un polvo hecho a base de conchas, sal marina y la hierba tlalcacacoatl, aunque se carece de pruebas arqueológicas de tales empastes.

Por parte de Sahagún es que se conoce la única referencia en cuanto a extracción de dientes y el método de su práctica en el antiguo mundo azteca.

Otra de las culturas precolombinas que destacó notablemente por la vasta cantidad de conocimientos que para su tiempo desarrolló en su entorno geográfico fue la civilización Maya. La historia de esta nación comenzó hacia el año 2500 a.C., pero su cultura alcanzó su máximo esplendor entre el año 300 d.C. y el 900 d.C.

A pesar de ser un pueblo básicamente de la edad de piedra, ya que sus herramientas eran de pedernal y sus armas de madera afilada con obsidiana agudizada, fueron consumados fundidores y herreros de oro, plata y, en menor medida, bronce. Su arte lapidario fue también muy notable, como lo demuestran las joyas grabadas de jadeíta, hematites, ónice, turquesa y otras piedras semipreciosas.

Sin embargo, a pesar de destacar en los trabajos sobre piedra y metal, no llegaron a practicar verdaderamente una odontología correctora o restauradora para el mantenimiento o mejora de su salud oral. Sus habilidosos trabajos con los dientes tenían propósitos estrictamente rituales o religiosos, siendo imperativo el ornamento personal. Al parecer, el adorno y mutilación de los dientes formaban parte fundamental en la ejecución de sus rituales cotidianos.

Los mayas sabían incrustar habilidosamente piedras semipreciosas en cavidades elaboradas de modo muy cuidadoso en los incisivos superiores

e inferiores y, algunas veces, también en los primeros molares. Estas incrustaciones se hacían con varios minerales, por ejemplo, la jadeíta (un silicato similar, por su aspecto, al jade oriental con el que se le relaciona), efectuaban con ésta una pasta a la que llamaban "jadeíta verde", para posteriormente confeccionar pequeños discos solidificados que se incrustaban en el esmalte como material obturante. También se utilizaba la pirita de hierro; hematites (a la que llamaban "piedra de sangre"); turquesa; cuarzo; serpentina (que en combinación con dolomita, magnesia o calcita tiene un aspecto similar al jade); cinabrio, la mena de la que se extrae el mercurio; obsidión negro; discos de un cemento rojo oscuro, y además, la aplicación de incrustaciones de oro observada en un estadio más avanzado en la práctica de estas artes, según menciona el investigador Villalobos Gaona.

La época exacta en que se practicaba ese arte en el viejo Imperio Maya, no se ha podido precisar aún.

Por lo regular, no existe duda de que las preparaciones cavitarias se efectuaban en dientes de personas vivas. El instrumento para socavar el esmalte consistía en un tubo duro, redondo y alargado hecho al principio de jade y más tarde de cobre que se hacía girar con las manos o con un taladro de cuerda, se usaba como abrasivo una mezcla de polvo de cuarzo y agua. Así, se realizaba un agujero perfectamente redondo a través del esmalte, perforando la dentina y en ocasiones atravesando la pulpa sin darse cuenta. Posteriormente se colocaba la piedra en su sitio tal como se ha demostrado mediante estudios radiológicos; esto provocaba la muerte de la pulpa y un absceso.

Las piedras incrustadas se ajustaban muy exactamente a la cavidad y se sellaban con cementos hechos de diversos minerales, mediante exámenes espectrográficos se demuestra que éstos estaban constituidos principalmente por fosfato cálcico.

También se han encontrado en estos residuos de cemento partículas de sílica, pero se desconoce si ésta se mezclaba con el cemento para hacer un adhesivo más fuerte o si constituía parte del abrasivo utilizado para taladrar.

Para el terminado final de las incrustaciones hechas a base de jadeita, hematita, obsidiana y oro, se efectuaba un perfecto pulido por su cara externa.

VI.2.- Aplicación de Orificaciones y Amalgama de Plata. (Orígenes)

Alrededor del segundo siglo d.C., se desarrolló en el antiguo pueblo Chino una aleación de plata para empastar caries, más de mil años antes que los dentistas de Occidente. La "pasta de plata" se menciona en la materia médica de Su Kung (659 d.C.) y posteriormente, alrededor de 1108, en el Ta-Kuan pen-ts" ao De Tang Shen-wei. Durante el período Ming, en sus materias médicas, Liu Wen-t'ai (1505) y Li Shih-Chen (1578) discuten sobre su formulación: 100 partes de mercurio, 45 partes de plata y 900 partes de cinc. De la trituración de estos ingredientes se obtenía una pasta que resultaba tan sólida como la plata. Otros escritos antiguos indican que dentaduras enteras se construían en China en tiempos tan tempranos como el siglo XII.

Con respecto a la antigua civilización de la India, se han encontrado incrustaciones de oro o de piedras preciosas (diamantes) y las cementaban con una sustancia resinosa obtenida de la corteza de los árboles: "bark". Sin embargo, no se conoce el árbol de que extraían esa resina, y la única referencia que tenemos es la aportada por la Sanskrit Library de Tanoire, en el sur de la India, en un antiguo manuscrito.

VI.3.- Desarrollo de las Restauraciones a base de Oro y Amalgama de Plata en Operatoria Dental en los siglos XVIII, XIX y XX.

Al hablar de la historia de la Operatoria Dental, es imprescindible mencionar los progresos suscitados en el campo de los materiales dentales de obturación implícitos.

Hacia el año de 1728, tal como se cita en la segunda edición de Le Chirugien Dentiste, Fauchard nos habla de una "máquina para taladrar dientes", origen del actual torno dental. Realizaba las cavidades y las obturaba primero con estaño y plomo, efectuando un raspado previo de las mismas para eliminar el tejido careado; finalmente obturaba con oro.

VI.3.1.- Orificaciones.

Zabotinsky cree que Fauchard cortaba el estaño y el oro en bandas, trabajando con ellas como si se tratase de cintas de oro no cohesivo.

El oro fue usado primeramente en forma de hoja preparada por los bastidores, pero debido a su delgadez fue reemplazado por el oro en cilindros provenientes de los "juanes" brasileños, que eran monedas de un oro muy puro.

El uso del oro en odontología es mencionado por Fauchard en 1725. Philip Pfaff, dentista alemán de Federico de Prusia, fue el primero en aconsejar en 1756 la protección de la pulpa expuesta mediante la colocación de una hojuela de oro en forma abovedada en el piso de la cavidad.

Bourdet, en 1757, crea la técnica de obturación con oro adhesivo, usando hojas muy delgadas que batía y calentaba cada vez que tenía que usarlas para que se adhirieran unas a otras. Aconsejaba orificar dientes anteriores, porque no se ennegrecían los tejidos dentarios.

En 1767, Baker, de Boston, obtura las cavidades con oro y plomo. John Hunter (1728-1793), en su libro Historia natural de los dientes humanos

y tratado práctico de las enfermedades de los dientes publicado en 1771, manifiesta que las pulpitis deben ser tratadas cauterizando la pulpa y extirpando totalmente la misma hasta el ápice. Obturaba posteriormente con plomo.

G. Jacobo Plenck en 1781, presenta cuatro series de instrumentos obturadores, para el estaño, plomo u oro.

Courtois diseña en 1775 instrumentos indicados para la obturación con oro en hojas.

Benjamín Bell, autor inglés, revela en 1783 en un libro, que para que una orificación sea duradera, es menester que el orificio de la cavidad sea más estrecho que su fondo.

Recién después del año de 1800 deviene el oro de uso habitual entre los dentistas.

A mediados del siglo XIX, la técnica de verter metales de bajo punto de fusión en las cavidades de los molares fue pronto descartada debido a que el excesivo calor del metal destruía a menudo la pulpa y porque además aparecían grietas en los bordes del metal enfriado que atraían materiales que favorecían la descomposición. Para este propósito se probaron también panes de plata y oro, no logrando el éxito deseado.

En el año de 1833, dos hermanos de apellido Crawcour llegaron a América procedentes de Francia dando a conocer un nuevo tipo de material obturante a base de amalgama al que denominaban "sucedáneo mineral real". Rápidamente este incipiente material alcanzó popularidad entre muchos dentistas americanos debido a que era más fácil de manipular comparado con los panes de oro, que en aquel entonces ofrecían un mayor grado de dificultad y lentitud en su colocación. Empero, la falta de experiencia en la preparación de cavidades y el desconocimiento de una técnica adecuada para aplicar esta amalgama de constitución deficiente, hizo que los líderes de la profesión de aquel entonces se opusieran rotundamente a continuar con su uso.

Comenzada la década de 1870, un grupo de dentistas encabezados por el eminente J. Foster Flagg, promulgó que no existía un único material de obturación capaz de usarse de manera adecuada en cada caso particular. El oro continuaba teniendo sus usos, al igual que la amalgama de plata (que, de hecho, era considerado por el grupo más versátil que el oro).

A pesar de todo, en el transcurso de ese siglo el uso del oro siempre fue popular, en el año de 1855 ganó una reputación considerable cuando el Dr. Robert Arthur introdujo las láminas de oro de gran adherencia. Desde los días de Giovanni d'Arco, el oro en láminas finas se comprimía en su sitio en las cavidades de los dientes con cuatro paredes sólidas contra las que se podía ejercer presión. Los dientes débiles o muy estropeados no podían por lo tanto obturarse con oro. El Dr. Arthur fue uno de los primeros dentistas en recibir un título de odontólogo cuando se graduó en el Baltimore College of Surgery en 1841, descubrió que templando el oro y aumentando su adhesión pasándolo por la llama de una lámpara de alcohol, podía insertarlo con muy poca presión en una cavidad dental y con la ayuda de un pequeño orificador con puntas de forma serrada, podía construir empastes amplios y elaborados.

A partir de 1868, en San Luis, Missouri, el Dr. Greene Vardiman Black asistía a las reuniones de la Springfield Dental Society, presentando allí sus trabajos de investigación realizados durante más de treinta años. El tema de su primera exposición, en 1869, fue "Panes de oro" de particular interés para Black, ya que se había dado cuenta de que a través del tiempo las obturaciones con oro perdían su cohesión y había decidido encontrar el porqué. Para averiguarlo aprendió química montando un laboratorio. Tanto se informó que le pidieron que enseñara un curso de química para los maestros de grado medio de Jacksonville.

A principios del siglo XX, las restauraciones de dientes muy deteriorados sólo podían realizarse usando los distintos tipos de coronas que se habían desarrollado durante los años precedentes. Colocar estas coronas

en la boca requería la desvitalización del diente en cuestión y además a menudo ajustaban mal y eran antiestéticas. Las restauraciones pequeñas se hacían con amalgama de plata o bien se construían laboriosamente con hojas de oro. Todavía en las postrimerías del siglo XIX, en 1890, se desarrolló un método para obturar cavidades preparadas en los dientes mediante una fresa cilíndrica de un diámetro predeterminado, posteriormente se colaba soldadura de oro en una matriz metálica ajustada a las dimensiones de la cavidad, pero la restauración así elaborada y colocada producía un pobre ajuste, debido a que el oro se contraía al enfriarse y no quedaba bien sujeto a la cavidad.

Más anteriormente, en la década de 1880, William H. Taggart, un dentista de Freeport, Illinois, concibió un método de incrustación muy preciso alternativo a la incrustación soldada y que consistía en verter cera fundida, según un antiguo proceso. Experimentando con varios procedimientos, hacia 1907 había perfeccionado un método de colar las primeras incrustaciones de oro ajustadas con precisión. Demostró su nuevo procedimiento, que requería el uso de una máquina de colar que él había patentado en ese mismo año ante la New York Odontological Society. Básicamente, la técnica consistía en modelar directamente en la boca un molde de cera con un pequeño bebedero; se recubría de un yeso especial y a continuación se calentaba “quemando” la cera. El oro fundido se introducía en el molde de yeso a través de una pipeta utilizando la máquina de colar de Taggart, que funcionaba a base de aire comprimido. La incrustación resultante se ajustaba tan bien a la cavidad que sólo necesitaba una película muy fina de cemento, que actuaba como agente sellador.

Más adelante, Taggart intentó patentar su método además de su máquina. Los profesionales, sin embargo, empezaron a aplicar su técnica casi inmediatamente, ignorando los intentos que Taggart había interpuesto para reivindicar los derechos legales sobre su invento. A causa de esto, el inventor trató de congraciarse con los dentistas para que compraran su

costosa máquina, pero al cabo de pocos años un gran número de éstos habían confeccionado una propia. Finalmente, Taggart puso un pleito sobre la legalidad de sus patentes. Años atrás, un dentista radicado en Iowa presentó ante su asociación odontológica local en 1896, el desarrollo de un proceso similar, pero menos sofisticado.

El legado que Taggart aportó a la odontología restauradora es encomiable, gracias a su ingeniosa máquina y la habilidad y perseverancia que la hizo funcionar tenemos un método que aún se usa hoy en día y podemos manufacturar colados tan perfeccionados que han ayudado al gran éxito de la moderna odontología.

La introducción en la década de 1960 de coronas de porcelana unidas con metal ha permitido a los dentistas construir amplias y estéticas prótesis fijas. Estas coronas han sustituido a las populares coronas de oro con acrílico, ya que el acrílico con el tiempo se desgasta, exponiendo el oro subyacente. Pero la funda de porcelana individual todavía tiene su utilidad, sobre todo desde la invención de la porcelana de aluminio, material más fuerte y menos quebradizo.

VI.3.2.- Amalgama de Plata y Amalgama de Cobre.

No existen datos precisos que aclaren quién fue el que utilizó la amalgama por primera vez. Se afirma que Darget empleaba en 1765 un compuesto de metales como material de obturación. G. V. Black opina que fue M. Regnant quien utilizó en 1918 un compuesto de metales de baja fusión (bismuto-plomo-estaño) añadiéndole un 10 % de su peso de mercurio. Mc. Gehee sostiene que Bell en 1818, empleó la amalgama en Inglaterra por primera vez.

Andreu y Guibaud aseguran que la primera amalgama fue la de Traveau, dentista de París, quien utilizó limaduras de monedas de plata a las

que se le añadía mercurio. Su difusión fue grande, pero sus defectos otorgaron el nombre de charlatanes a quienes la empleaban.

D. M. Cattell sostiene que la primera amalgama se introdujo en Estados Unidos en 1833, con el nombre de "Royal mineral sucedaneum" de los hermanos franceses Crawcour.

En 1849, Thomas Evans de Francia y Elisha Townsend en Estados Unidos mejoran la aleación añadiéndole estaño y cadmio para facilitar el mezclado con el mercurio y otorgarle plasticidad a la masa. A pesar de que con el tiempo le pareció a Evans conveniente volver a introducir la plata en la mezcla, el estaño, que reduce la contracción, ha permanecido como un ingrediente fundamental hasta nuestros días. En ese tiempo se introdujeron innovaciones para aumentar la utilidad de la amalgama: pequeños tornillos que se empleaban para retener la obturación que se anclaban en la dentina, patentados posteriormente en 1871, y matrices y sus sujeciones que aparecieron en escena en ese mismo año.

Más tarde, los defensores de este nuevo material aseguraban que sustituiría al oro, mientras que sus adversarios pretendían demostrar que su empleo provocaba accidentes graves debido al mercurio que se desprendía y era ingerido por los pacientes. Tantas controversias culminaron en 1845, a raíz de una resolución de la Asociación Americana de Cirujanos Dentistas, por la que se proscribía su uso y se expulsaba a los que la emplearan.

Fue hasta 1850 cuando se demostró, basado en investigaciones, que la amalgama era un material inocuo para la salud. En es mismo año Townsend reemplazó la mezcla en frío de plata y estaño por la primera fórmula de la aleación por fusión y limado posterior.

En 1860, J. Taft insistió en el peligro que significaba para la salud el empleo del mercurio.

En 1870, A. Kirby intentó medir los cambios volumétricos.

Charles Thomes, publicó, en 1871 las primeras pruebas de contracción y expansión con estudios sobre el peso específico de las amalgamas.

En 1874, T. Hichtcock, inventó un registrador micrométrico para determinar los cambios volumétricos de la amalgama. Le siguieron Flagg y Flitcher, hicieron pruebas de penetración colocando amalgama en tubos de vidrio y aplicándoles colorantes después de su cristalización.

En 1878, Hardman aconsejó el lavado de la amalgama antes de su inserción, tendencia que siguió Cunningham en 1881, aplicando primero ácido sulfúrico y agua después.

También en 1881, C. Sudental atribuyó la contracción al exceso de mercurio y aconsejó su eliminación al máximo posible durante el condensado.

En 1885, Elitt publicó sus teorías sobre modificaciones de volumen de la amalgama. Geisselbracht en 1887, Thomes en 1895 y Condon en 1896, aconsejaron adicionar a la mezcla porciones de amalgama previamente usada y devastada a modo de relleno para compensar la contracción.

En 1895, G. V. Black inicia la publicación de sus investigaciones científicas. A menudo llamado el padre de la odontología científica, este eminente investigador anunció en aquel año su fórmula de una amalgama realmente satisfactoria. Después de años de experimentación, usando instrumentos de diseño propio para medir su dureza, transparencia y otras características, Black dio con la mezcla de metales que ha permanecido esencialmente inalterada: 68 % de plata, con pequeñas porciones de cobre, estaño y cinc. Con esta nueva aleación la expansión y contracción puede controlarse con precisión.

En 1897, Wessler aconsejó determinar la cantidad de mercurio.

En 1899, Shaum e Idalfo Witzel realizaron serias investigaciones sobre amalgama.

Sin embargo, a pesar de todas estas experiencias no se siguió una técnica correcta en la preparación y uso de la amalgama hasta que G. V. Black, a principios de 1900, completó los estudios sobre las más importantes publicaciones referidas acerca de este material.

En 1908, Ward publicó sus observaciones, aconsejando técnicas para su correcta manipulación.

La reseña histórica señala a partir de 1910 la labor de numerosas publicaciones que dedicaron su atención a la investigación y establecimiento de normas clínicas.

Entre los años 1919 y 1928, la Oficina Nacional de Normas del Departamento de Comercio de los Estados Unidos y la Asociación Dental Americana, establecieron reglas denominadas especificaciones tendientes a uniformar los criterios fisicoquímicos de las aleaciones y a reglamentar las técnicas de su preparación industrial basadas en la experiencia clínica de los profesionales que a ello colaboraron.

Así, en 1925, Souder publicó sus estudios sobre propiedades físicas y especificaciones de las amalgamas dentales.

Desde 1928 a 1935, N. O. Taylor, W. T. Sweeney, G. C. Paffenbarger y otros, efectuaron serios estudios de laboratorio y revisiones mejoradas respecto a las amalgamas, publicando las especificaciones.

En 1936, Marie Gayler, estudia el aspecto clínico de la amalgama, dictando sus teorías sobre las posibles reacciones, que han sido ampliamente aceptadas hasta el tiempo presente.

Paralelamente al mejoramiento de los materiales, los investigadores de los últimos años han dedicado su tiempo a mejorar la parte clínica, estableciendo indicaciones precisas sobre preparación de cavidades, técnica de mezclado y condensación y otros procedimientos operatorios.

Desde el año de 1857, las distintas Oficinas Nacionales de Normas para el estudio de los materiales dentales de Estados Unidos de Norteamérica, Suiza, Suecia, Reino Unido, Australia, Alemania, Dinamarca y

otros países se han agrupado en un organismo internacional con el objeto de establecer especificaciones comunes: la Federación Dental Internacional, cuyas especificaciones hemos adoptado.

En 1962, Demaree y Taylor presentan la aleación para amalgama de partículas esféricas.

En 1963, Innes y Youdellis describen una nueva aleación para amalgama combinando a la aleación convencional esferas eutécticas de plata-cobre en la fase dispersa con lo que se mejoran las cualidades.

Durante el decenio de 1970 se produjeron muchas aleaciones para amalgama que incluían entre 6 % y 30 % de peso en cobre. Muchas de esas aleaciones con alta concentración de cobre producen **amalgamas con alto contenido de cobre**, superiores en muchos aspectos a las amalgamas tradicionales **con bajo contenido de cobre**.

1.- ALEACIONES EN OPERATORIA DENTAL.

1.1.- DEFINICIÓN:

La combinación de dos o más elementos que posee propiedades y características metálicas se denomina aleación. Para propósitos odontológicos el término aleación se define como un metal que contiene dos o más elementos mutuamente solubles en el estado de fusión, para así formar una mezcla de metales líquidos homogeneizada y posteriormente solidificada.

1.2.- CARACTERÍSTICAS DE LAS ALEACIONES.

1.2.1.- Propiedades Físico Químicas:

Las propiedades de las aleaciones difieren de manera importante de los elementos que las constituyen; los metales puros pueden tener solo algunas semejanzas en sus características con respecto a las combinaciones que de estos pueden realizarse en una aleación.

En la mayoría de los casos, los componentes de las aleaciones son completamente solubles en estado líquido permitiendo de esta forma su combinación física. Esta mezcla de metales en su estado líquido constituyen un sistema homogéneo denominado " de una sola fase ", isomorfo o de fase simple.

Los metales solubles en estado líquido no necesariamente lo son en estado sólido. Por ejemplo, muchas aleaciones solidifican dentro de los límites térmicos en lugar de hacerlo a una sola temperatura, como ocurre con el metal puro al solidificar, pueden separarse uno del otro para formar una estructura heterogénea, o pueden continuar disueltos uno con el otro en

estado sólido (en una fase), o incluso, pueden combinarse para formar una sola fase pero de composición definida. Al establecer un límite de temperatura como punto de fusión se presentan dos fases: sólida y líquida. La presencia de más de un metal puede causar ciertas reacciones en el estado sólido que no ocurren con un metal puro y que así, afectan de manera directa las propiedades de la aleación.

1.3.- CLASIFICACIÓN DE LAS ALEACIONES.

Las aleaciones pueden clasificarse de acuerdo a:

1.3.1.- USO : Aplicadas en la construcción de incrustaciones y onlays metálicas, coronas y puentes restauraciones de metal-cerámica, prótesis parcial removible e implantes.

1.3.2.- PRINCIPALES ELEMENTOS QUE LAS CONSTITUYEN :
Oro, paladio, plata, níquel, cobalto, titanio, etc.

1.3.3.- NOBLEZA :
Más noble, noble y predominantemente de base metálica.

1.3.4.- NUMERO DE ELEMENTOS QUE PUEDEN CONTENER :

a) Aleaciones binarias: Formadas por sólo dos elementos fundamentales.

Ejemplo: Plata-paladio; Cromo-cobalto

b) Aleaciones terciarias: Compuestas de tres elementos principales.
Ejemplo: Oro-paladio-plata; Níquel-cromo-berilio; Cobalto-cromo-molibdeno; Titanio-aluminio-vanadio; Hierro-níquel-cromo.

- c) Aleaciones cuaternarias: A base de cuatro elementos.
- d) Aleaciones quaternarias: Constituidas por cinco elementos, y así sucesivamente, si se incorporan más elementos.

1.3.5.- SISTEMA DE FASE DOMINANTE :

Isomorfo ("de una sola fase" o fase simple).

Eutéctico.

Peritéctico

1.4.- ALEACIONES PARA COLADO.

1.4.1.-PLATA PALADIO.

1.4.1.1.-DESCRIPCIÓN.

De manera reciente, el sistema de aleación a base de plata-paladio ha sido formulado para mostrar un color blanco cuando se finaliza el proceso de laboratorio; contiene una composición predominante de plata pero con cantidades sustanciales de paladio para proporcionar nobleza y dar resistencia a la pigmentación que sufre la plata.

Su composición en boca es adecuada, posee un punto de fusión establecido por lo que puede ser vaciada mediante métodos convencionales. Es de costo aceptable, de adaptación relativamente fácil, tiene suficiente resistencia física para soportar cargas masticatorias. Muestra una adecuada resistencia al ataque químico del medio bucal y difícilmente se corroe o pigmenta.

Esta aleación se constituye de un 60 a 70 % de plata, de un 25 a 35% de paladio y además contiene pequeños porcentajes de cobre (con bajo punto de fusión).

Tiene una dureza comparable a la del oro Tipo III, alta resistencia a la corrosión y la pigmentación. Su temperatura de fusión es de 950° a 1100°, siendo su resistencia a la tracción variable de acuerdo a su tratamiento térmico.

Las partículas de cobre incorporadas a la composición de este tipo de aleación son corrosibles, pero facilitan la fundición con aire-gas; a falta de cobre no endurece térmicamente, a la vez que este elemento le proporciona resistencia a la corrosión y deslustre.

1.4.1.2.- INDICACIONES.

Están indicadas para la confección de incrustaciones, coronas, prótesis fija y espigas radiculares.

1.4.1.3.- DESVENTAJAS.

Tienden a contraerse en presencia de carbono y se pueden llegar a pigmentar por manejo inadecuado.

1.4.1.4.- CONDICIONES PARA UN MANEJO ADECUADO.

Deben llevarse a cabo los procedimientos siguientes:

- Encerado convencional
- Revestimiento con aglutinante de sulfato de calcio
- Revestimiento con aglutinante de fosfato de cinc

- Usar soplete de gas-aire para el proceso de fundición
- Pulido con óxido de estaño (blanco de España)

1.4.2.- PALADIO-PLATA

1.4.2.1.-DESCRIPCIÓN.

La aleación paladio-plata por su alto contenido de paladio, comparada con la aleación plata-paladio, posee mayor dureza y un punto de fusión más elevado. Está compuesta por paladio en un 60%, plata en un 30% y de elementos apropiados para facilitar la adhesión con porcelana dental, tales como cinc o estaño a una proporción de 20%.

Esta aleación ofrece una elevada dureza y excelente fuerza de unión con porcelana; su temperatura de fusión es de 1100° C. en adelante.

1.4.2.2.- INDICACIONES.

Para la elaboración de coronas veneer individuales, armazones de prótesis fija de varias unidades y montaje de porcelana.

1.4.2.3.- DESVENTAJAS.

Existe la posibilidad de que aparezca un cambio de color en la porcelana si no se toman las debidas precauciones durante el proceso de adhesión.

1.4.2.4.- CONDICIONES PARA UN MANEJO ADECUADO.

Se debe efectuar:

- Encerado convencional.
- Revestimiento con aglutinante de fosfato de cinc.
- Usar para la fundición soplete a base de gas-oxígeno.
- Utilizar siempre un material de aleación nuevo; es decir, no material procesado con anterioridad para volver a fundir.
- No es necesario usar fundente.
- El colado no deberá ser expuesto a cambios térmicos súbitos.
- Será preciso colocar una pastilla de carbono activado a mufla.

1.4. ALEACIÓN PLATA-ESTAÑO.

1.4.1.- DESCRIPCIÓN.

Esta aleación se utiliza como sustituto de restauraciones coladas, carece de propiedades físicas adecuadas tales como las resistencia a la presión, deformándose rápidamente ante cargas masticatorias; tiene altos valores de escurrimiento y se pigmenta fácilmente en el medio bucal. Es de bajo costo, ofrece facilidad de vaciado, pulido y adaptación. Debido a todas estas características es conveniente utilizarla en sitios donde no exista demasiada carga masticatoria.

Está compuesta de un 70% a 85% por plata, de un 10% a 25% de estaño, de un 5% a 10% de cobre y de un 0% a 2% de cinc.

1.4.2.- INDICACIONES.

Se indican principalmente para la colocación de restauraciones de carácter temporal y trabajos de práctica.

1.4.3.- DESVENTAJAS.

No es recomendable su uso debido a la fragilidad que muestra en los bordes marginales de las restauraciones y se desgasta rápidamente por ser tan blando.

1.4.4.- CONDICIONES PARA UN MANEJO ADECUADO.

Deberán observarse las siguientes consideraciones:

- Efectuar encerado convencional.
- Revestimiento con aglutinado de sulfato de calcio.
- Realizar colado a baja temperatura de fusión.
- Usar soplete a base de gas-aire y flux.
- No efectuar decapado (tratamiento de limpieza de oros con ácidos).

2.- ALEACIONES PARA AMALGAMA DENTAL

2.1.- GENERALIDADES.

La amalgama es un tipo especial de aleación ya que el mercurio es uno de sus otros componentes. Por ser líquido el mercurio a temperatura ambiente puede mezclarse con otros metales que se encuentran en estado sólido . Dicha clase de aleación se conoce como amalgamación .Antes de que estas ligas se mezclen con el mercurio , se llaman aleaciones para amalgama dental. Su gran importancia se debe a que es el material restaurativo individual más empleado en odontología .

Como se recordará, se atribuye a M. Traveau haber utilizado el primer compuesto de amalgama dental de plata–mercurio, en 1826 en París, Francia. Algunas otras aleaciones desarrolladas en esta época contenían por lo menos 65% de peso en plata, 29% de peso en estaño y menos del 6% de peso en cobre, composición cercana a la recomendada por los doctores G. V. Black y J. Foster Flagg, quienes estudiaron este material y sus investigaciones condujeron, en 1896, al desarrollo de la fórmula que se conoce en la actualidad.

2.2.- ALEACIONES PARA AMALGAMA DENTAL.

2.2.1.- Definición: Una amalgama es una mezcla o aleación de mercurio con uno o más materiales metálicos.

H.W. Gilmore la define como una aleación que consiste en plata, estaño, pequeñas cantidades de cobre, y en algunas fórmulas, pequeñas cantidades de cinc que se mezclan con mercurio. Dicha mezcla es lo que comúnmente se conoce como amalgama de plata o aleación para amalgama dental, pero no debe ser confundida con el término amalgama dental, que en sí es el producto de la reacción entre esa aleación y el mercurio.

Hoy por hoy la amalgama es todavía el único material disponible que puede soportar las elevadas tensiones oclusales que reciben los dientes posteriores y por esa razón, es utilizada en la mayoría de las cavidades de Clase I y en muchas de Clase V. Por ende, este material se aplica en todas las situaciones en que el aspecto estético no es importante, (las que aproximadamente representan el 70 u 80% del total de obturaciones realizadas).

2.3.- COMPOSICIÓN.

Las aleaciones para la preparación de la amalgama dental pueden clasificarse, ampliamente, en dos grupos:

2.3.1.- Aleaciones convencionales. Contienen un bajo contenido de cobre (menos del 6%, esta fórmula ha cambiado muy poco desde sus inicios).

2.3.2.- Aleaciones enriquecidas con cobre. También llamadas aleaciones con alto contenido en cobre, en inglés, higher copper alloys. Estos materiales son de formulación reciente.

2.3.1.- ALEACIONES CONVENCIONALES.

Estas aleaciones son suministradas por los diferentes fabricantes con composiciones ligeramente distintas, pero generalmente contienen los siguientes elementos principales:

Plata	67-74%	Cobre	0-6%
Estaño	25-28%	Cinc	0-2%
		Mercurio	0-3%

La especificación de la Asociación Dental Americana (N°. 1) permite un mínimo de 65% de plata y un máximo de 29, 6, 2 y 3 por ciento de estaño, cobre, cinc y mercurio, respectivamente. Algunas aleaciones

contienen o han contenido más del 2 o 3% de mercurio; estas aleaciones amalgaman más rápidamente. Estas cifras se basan cumpliendo los requisitos de composición necesarios para obtener una adecuada resistencia a la pigmentación.

La diferencia principal entre muchas aleaciones convencionales es en sí el tamaño de su partícula.

2.3.2.- ALEACIONES CON ALTO CONTENIDO EN COBRE.

Estas aleaciones, así como también las denominadas de fase dispersa, tienen una composición y estructura diferente, con alguna cantidad de estaño reemplazada por cobre. Este tipo de aleación se ha desarrollado para eliminar algunas de las características no convenientes, debidas al contenido de estaño. Es posible que otras modificaciones a esta composición sean introducidas en el futuro cercano con la misma finalidad.

Estas aleaciones se pueden clasificar dentro de los siguientes tipos:

2.3.2.1.- Aleaciones combinadas, o aleaciones “modificadas por dispersión”. Contienen dos partes por peso de la composición convencional de las partículas talladas al torno, más una parte por peso de esferas de una aleación eutéctica de plata-cobre (aproximadamente, 70% Ag + 30% Cu). La composición total es, en aproximación:

Plata	69-70%	Cobre	13%
Estaño	16-17%	Cinc	1%

2.3.2.2.- Aleaciones de composición única o simple; se pueden disponer de algunos tipos diferentes:

2.3.2.2.1.- Aleaciones ternarias en forma esférica; cualquiera de las dos: plata 60%, estaño 25% y cobre 15%, o plata 40%, estaño 30% y cobre 30%.

2.3.2.2.2.- 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.

2.3.2.2.3.- Aleaciones cuaternarias en forma esferoidal, que contienen:

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

2.3.2.3.- En algunos países se consiguen aleaciones que son al revés de las del tipo descrito en el inciso "a". Es decir, que contienen dos partes por peso de esferas de 60% de Ag, 25% de Sn y 15% de Cu, más una parte por peso de la aleación convencional. Este último componente puede estar presente en cualquiera de las dos partículas, esféricas o de grano fino, talladas al torno.

2.3.2.4.- Se han realizado experimentos con aleaciones que son mezclas de aleaciones convencionales y amalgama de cobre.

2.4.- FABRICACIÓN DE LA AMALGAMA.

La aleación de amalgama se fabrica y se comercializa en forma de pequeñas partículas esféricas o pulverizadas. En el consultorio dental la aleación para amalgama reacciona con el mercurio para producir la aleación de amalgama dental.

MERCURIO + PLATA, ESTAÑO, CINC = AMALGAMA DENTAL

O'Brien y Ryge, nos indican los pasos para la fabricación de las aleaciones para amalgamas dentales:

2.4.1.- Producción de Lingote. Primeramente se funden la plata, el estaño y el cobre puros, y vestigios de cinc en un horno donde se mantiene una atmósfera reductora con la finalidad de impedir que se quemen o vaporicen en exceso. La aleación así formada se cuela en lingotes para posteriormente ser enfriada. A causa de la aplicación de un enfriamiento relativamente rápido, la masa del lingote se torna parcialmente homogénea, debido a que los elementos solidifican de la periferia hacia el centro.

2.4.2.- Homogeneización. Se colocan los lingotes en un horno a una temperatura entre 400 y 425 °C durante varias horas; posteriormente se sumergen en un baño para lograr un enfriamiento rápido y así mantener su estructura.

2.4.3.- Trituración. Una vez realizada la homogeneización térmica se lleva el lingote a temperatura ambiente y se realiza el corte en un torno o fresadora para convertirlo en limadura. Una vez concluido el corte, las partículas de aleación son reducidas aún más de tamaño con el molido de bolas. Posteriormente el polvo es tamizado para graduar el tamaño final de las partículas.

2.4.4.-Envejecimiento. La acción de cortar, moler y formar tabletas, produce tensiones que son eliminadas calentando éstas o el polvo a 100 °C asegurando así que el producto sea estable y que no se altere el tiempo de cristalización.

2.5.- CLASIFICACIÓN DE LAS PRESENTACIONES PARA ALEACIONES DE AMALGAMA DENTAL.

La norma internacional que regula y fija los requisitos que debe cumplir la amalgama de plata es la N° 1 de la Federación Dental Internacional, que corresponde con la N° 1 de la Asociación Dental Americana (ADA). La norma N° 1 clasifica los productos de aleación de amalgama de plata en dos tipos, los cuales son:

2.5.1.- TIPO I. Presentación comercial en forma de polvo.

2.5.2.- TIPO II. Presentación comercial en forma de tabletas

Tanto el Tipo I como el Tipo II se subdividen en tres clases:

2.5.1. & 2.1.- Clase 1. Partícula prismática o limaduras.

2.5.1. & 2.2.- Clase 2. Partícula esférica.

2.5.1. & 2.3.- Clase 3. Partícula combinada.

2.5.1- Tipos de Polvo (TIPO I): composición y morfología (formas implicadas en sus partículas).

2.5.1.1.- Tipo A. Partículas irregulares, cortadas al torno de aleación de plata-estaño de fase gamma, Ag_3Sn , puede contener además el 0,6 % de cobre y el 0,2 % de cinc (añadido para captar el oxígeno durante su fabricación).

2.5.1.2.- Tipo B. Partículas esféricas de la misma composición que A.

2.5.1.3.- Tipo C. Mezcla o combinación de partículas cortadas al torno, irregulares, de Ag_3Sn , y partículas esféricas de composición eutéctica de aleación de plata-cobre binaria (fase epsilon). Se denomina Amalgama de Fase Dispersa con Alto Contenido en Cobre o sistema Admix.

2.5.1.4.- Tipo D. Partículas esféricas de una aleación ternaria plata-estaño-cobre (Ag-Sn-Cu) con un contenido en cobre del 12-30 %. Se denomina aleación Unicomposicional de Elevado Contenido en Cobre.

2.5.1.5.- Tipo E. Partículas cortadas al torno de la misma composición que D.

2.5.1.6.- Tipo F. Partículas irregulares cortadas al torno Ag-Sn-Cu ó Ag₃Cn más partículas esféricas Ag-Sn-Cu. Esto de ha denominado sistema Híbrido.

Cualquiera de las aleaciones anteriores puede contener hasta el 2 % de mercurio, en cuyo caso se denominan aleaciones Preamalgamadas. Todas las aleaciones pueden presentarse tanto en forma de polvo en bruto, tabletas de aleación o en forma de polvo de aleación y mercurio contenidos en algún tipo de cápsula desechable.

COMPOSICIÓN GENERAL DE LAS ALEACIONES PARA AMALGAMA

COMPONENTE	CONVENCIONAL DISPERSA	FASE
Ag	65-74	40-60
Sn	24-29	25-30
Cu	0-6	12-30
Zn	0-2	0-1
Hg	3	3

Craig R. 1978. Elementos individuales en la aleación para amalgama Convencional y de fase dispersa. Porcentajes requeridos por la ADA.

Las aleaciones de fase dispersa constan de una mezcla física de la aleación convencional y entre un 10 y 50 % de la aleación eutéctica plata-cobre o aleación de dispersión que actúa como un relleno para reforzarla aleación y disminuir el escurrimiento.

2.6.- PROPIEDADES. (Efecto de los componentes en la aleación).

2.6.1.- PLATA: Es el principal elemento presente en la fase Ag_3Sn y, por lo tanto, contribuye en forma significativa a la reacción con el mercurio, sin embargo, por sí sola, se combina con dificultad con este elemento. Físicamente, cuando el contenido de plata se ubica en una proporción del 73.15 %, aumenta la expansión volumétrica de la amalgama y produce una mejor resistencia a la pigmentación. De manera general, la presencia de plata retarda el tiempo de cristalización, aumenta la resistencia a la compresión y disminuye el escurrimiento y el deterioro marginal; también hace que la amalgama sea más resistente a la corrosión.

2.6.2.- ESTAÑO: Es el segundo componente importante y se incorpora para controlar la reacción entre la plata y el mercurio, ya que se combina con facilidad con éste último. El estaño actúa como retardador de la reacción de fraguado reduciendo el tiempo de cristalización y la expansión, llevándolas a valores óptimos. A la vez, contribuye a aumentar la plasticidad del material pero también aumenta el deterioro marginal. Es importante que el contenido de estaño sea preciso, debido a que en porcentajes mayores puede producir una inconveniente reacción de fraguado, inferiores propiedades mecánicas como el aumento en la contracción del material y menor resistencia a la pigmentación.

2.6.3.- COBRE: En las fórmulas comúnmente utilizadas de amalgama de plata se añade una pequeña cantidad de cobre, usualmente del 3 por

ciento, con la finalidad de modificar el proceso de amalgamación. Debido a que el cobre se une al mercurio con cierta dificultad, reduce el tiempo de cristalización, aumenta la expansión, aumenta la resistencia y la dureza; reduce el deterioro marginal y se deslustra con facilidad, de modo tal que puede incrementar la pigmentación. Adicionalmente contribuye a disminuir el escurrimiento. En el caso de las llamadas “amalgamas de cobre”, que pueden emplearse como alternativa a las amalgamas de plata, la reacción entre el cobre y el mercurio no se produce a menos que estos elementos sean calentados. Por esta razón, este tipo de amalgamas rara vez son utilizadas. En las amalgamas con un alto contenido en cobre, como las denominadas de fase dispersa, los efectos de dureza y resistencia son mucho más notorios, de hecho en este tipo de aleaciones se puede eliminar la fase gamma 2.

2.6.4.- CINC: En pequeñas cantidades, no influye en la reacción de fraguado o en las propiedades de la amalgama. Es un elemento que se combina fácilmente con el mercurio. Se agrega a la aleación como desoxidante para evitar la contaminación de otros componentes, ayudando en el proceso de fabricación industrial de la aleación. Básicamente actúa como un depurador, ya que al fundirse los elementos, el cinc reacciona en forma preferencial con el oxígeno y otras impurezas evitando así la oxidación de los elementos más importantes y manteniéndolos en concentración óptima.

El cinc contribuye a aumentar el tiempo de cristalización y aumenta el deterioro marginal. Aumenta la expansión retardada y corrosión en presencia de agua durante la condensación; proporciona plasticidad a la amalgama mezclada y evita la oxidación. También parece disminuir la porosidad.

2.6.5.- MERCURIO: Se emplea puro para la trituration con la aleación de amalgama y así formar una masa plástica, que endurece por la reacción de cristalización. En algunas fórmulas se incorpora una pequeña cantidad de

mercurio a la aleación, generalmente sólo para cubrir las partículas de ésta, lo que permite una más rápida reacción, denominada preamalgamación.

El mercurio es un metal que solidifica a -39° C. En la preparación de la amalgama dental debe ser muy puro, y este grado de pureza representa el único criterio exigido para usarlo con ese fin. La contaminación con pequeñísimas cantidades de otros metales puede conducir a cambios en las propiedades de la amalgama y puede provocar cambios en los efectos de su aplicación sobre la pulpa, ya que los contaminantes es sí mismos son tóxicos.

La proporción de mercurio en restauraciones de amalgama terminadas debe ser casi de 50%, pero es aconsejable una menor cantidad, siempre que la restauración se condense de manera adecuada.

Existen más de cincuenta fórmulas en el mercado que cumplen con la especificación N° 1 de la Asociación Dental Americana para aleaciones de amalgama dental. También se utilizan las aleaciones de plata sin cinc.

2.7.- TOXICIDAD DEL MERCURIO.

2.7.1.- Circunstancias que influyen en la toxicidad del mercurio.

El mercurio es un metal líquido denso altamente tóxico. Si al realizar los procedimientos para la colocación de restauraciones con amalgama en el consultorio dental se emplea en forma inapropiada puede ser un peligro para la salud por:

2.7.1.1.- La absorción sistémica del mercurio a través de la piel y demás tejidos blandos.

2.7.1.2.- Inhalación directa del vapor de mercurio.

2.7.1.3.- Inhalación de partículas de este metal que quedan suspendidas en el medio ambiente.

2.7.1.4.- El mercurio penetra dentro de la estructura dental y puede decolorar el diente. Hay indicios de que incluso puede llegar a la pulpa.

Aún así, existen hipótesis que sostienen la no existencia de efectos sistémicos que pudiesen llegar a ser tóxicos.

2.7.2.- Características que presentan los vapores de mercurio.

El mercurio presenta gran tendencia a reaccionar con otros metales. No desprende vapores tóxicos mientras no se eleve la temperatura a más de 24° C. Empero, debe evitarse la exposición permanente a dichos vapores incluso en pequeñas cantidades.

Los vapores de mercurio son:

2.7.2.1.- Incoloros.

2.7.2.2.- Inoloros.

2.7.2.3.- Insípidos.

El valor límite umbral (VLU) de una sustancia que emite vapores tóxicos representa la concentración a la que se cree, de modo general, que los trabajadores pueden exponerse durante su vida de trabajo sin peligro de sufrir efectos adversos para su salud. El VLU del mercurio está situado actualmente en 0,05 mg/m³ en Gran Bretaña. El VLU para mujeres trabajadoras embarazadas es de 0,01 mg/m³.

Por todo lo anteriormente citado, es imprescindible implementar ciertas precauciones, ya que en la actualidad existe una gran preocupación por el manejo del mercurio para evitar la contaminación ambiental. El cuidado adecuado del mismo es esencial para un buen tratamiento.

Será menester entonces crear conciencia en la profesión odontológica sobre el buen manejo del mercurio indicando riesgos y reglas de prevención establecidas.

2.8.- Precauciones que deben seguirse en el manejo del mercurio.

Para evitar la contaminación por mercurio o hidrargirismo es necesario llevar a cabo las siguientes medidas:

2.8.1.- Debe evitarse el contacto de la piel con el mercurio, ya que éste puede ser absorbido por la piel (no se debe tocar el mercurio no con la palma de la mano ni con los dedos).

2.8.2.- Depositar cualquier derramamiento inadvertido en una charola de fácil limpieza o en un espacio de trabajo similar. Cuando se produce un vertido, hay que limpiarlo inmediatamente haciéndolo rodar hacia un recogedor o sobre hojas de papel, o succionándolo con pipetas de plástico especiales confeccionadas para este propósito

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

2.8.4.- Diseñar el consultorio dental con pisos sin costura que se extiendan cinco centímetros hacia arriba de cada pared.

2.8.5.- Prevenir el calentamiento del mercurio o de la amalgama. Las manipulaciones con este metal deben llevarse a cabo lejos de aparatos que generen calor (p. Ej. Esterilizadores), o en consultorios equipados con calefacción, de forma que si se produce un vertido éste no se evapore más rápidamente de lo que lo haría a temperatura ambiente. Aún pequeñas gotas contienen una elevada presión de vapor que aumenta con la temperatura.

2.8.6.- No deben emplearse limpiadores al vacío en zonas en que se hayan producido vertidos de mercurio, o incluso en las que simplemente se emplee mercurio, ya que han podido ocurrir pequeños vertidos inadvertidos.

2.8.7.- Trabajar en lugares con buena ventilación.

2.8.8.- Recoger todos los residuos de amalgama triturada y mantenerlos en un envase cubierto herméticamente.

2.8.9.- Con la finalidad de evitar la inhalación inadvertida de vapores de mercurio, es adecuado reducir este riesgo reemplazando las cápsulas donde se mezcla la amalgama cuando éstas se dañan.

2.8.10.- Evitar el uso indiscriminado de soluciones que contengan mercurio.

2.8.11.- El mercurio se surte por lo general en recipientes de plástico irrompibles con peso de una libra, sin embargo, debería surtirse en frascos de cristal para evitar la contaminación con el plomo que forma parte del plástico con que está fabricado el envase.

2.8.12.- Por su alta densidad de 13.6 mg/cc (miligramos por centímetro cúbico). El metal líquido contenido en un frasco es engañosamente pesado, por lo tanto se debe tener cuidado con el manejo de los dispensadores de mercurio

2.8.13.- El mercurio libre no debe ser expuesto a la atmósfera. Se debe aplicar rocío de agua y succión de alto-volumen cuando se retiran restauraciones previas o antiguas de amalgama a alta velocidad de turbina.

2.8.14.-El riesgo de toxicidad del mercurio puede aumentar durante los procedimientos de trituración, condensación y acabado de la restauración, por ello es preferible elegir procedimientos convencionales para condensar la amalgama dental, manuales y mecánicos; deben evitarse los condensadores ultrasónicos.

2.8.15.- Las mujeres que se encuentren en estado de embarazo y sean miembros del equipo dental deben evitar retirar y colocar restauraciones de amalgama siempre que sea posible.

2.8.16.- Efectos de la contaminación por mercurio.

Los síntomas de hidrargirismo crónico más comunes son: irritabilidad, incapacidad para concentrarse, depresión, cefalea, fatiga, debilidad, nefrosis, pérdida de la memoria, somnolencia o insomnio, síntomas de enfermedad renal. Además pueden presentarse temblores en las manos, labios, lengua o

mandíbula. En la boca puede observarse estomatitis, gingivitis y mayor salivación.

Existe una pequeña proporción de pacientes que son alérgicos al mercurio, lo que puede provocar reacciones cutáneas tanto al colocar nuevas restauraciones como al retirar restauraciones antiguas.

La Asociación Dental Americana publicó, en 1995, que no existe evidencia científica que sustente que la exposición de mercurio a través de una restauración con amalgama produzca un riesgo en la salud humana, salvo por un mínimo de pacientes que presentaron algunas de las reacciones alérgicas descritas. En 150 años de uso, sólo se han reportado 100 casos documentados de reacciones alérgicas a dicho metal.

D.F. Williams y J. Cunningham, en 1982, reportaron que el mercurio destinado a la preparación de amalgama dental debe ser puro, lo cual puede ser evaluado de manera visual.

Las especificaciones y normas para el mercurio dental, tal como la Asociación Dental Americana y otras establecen, principalmente se refieren a que el mercurio debe tener una superficie brillante y similar a un espejo. Esto indica que el contenido de contaminantes del tipo de los metales no nobles ya mencionados es inferior a 0,001% y que el total de residuo volátil sea inferior a 0,02%.

2.9.- FASES DE LA REACCIÓN DE FRAGUADO DE LAS ALEACIONES PARA AMALGAMA.

Guzmán Báez (1990), cita en una publicación que al producirse el fenómeno de trituración del conjunto de metales constituyentes de la aleación, el mercurio se integra a éstos dando origen a la formación de las distintas fases metalográficas propias de la reacción de amalgamación. El efecto de mezclar íntimamente estos elementos da lugar a la creación de un compuesto

integral y homogéneo, que conlleva a formar la masa endurecida de amalgama.

2.9.1.- FASE GAMMA. Se presenta cuando el fabricante procesa los lingotes. Le confiere a la aleación adecuadas propiedades como resistencia a compresión, corrosión y oxidación. También una buena capacidad de adhesión a la estructura dentaria. En el caso de la aleación convencional, esta fase se verifica al reaccionar la plata con el estaño y se expresa con la fórmula Ag_3Sn . En este estadio, los demás elementos se encuentran en proporción reducida. De esta manera, se forma un compuesto intermetálico o fase eutéctica denominado fase gamma del sistema plata-estaño, que contiene un 73,15% de plata y un 26,85% de estaño. Dicha fase se considera como "No reaccionada", debido a que no existe reacción con el mercurio; adicionalmente, es la que ofrece un mayor grado de resistencia.

2.9.2.- FASE GAMMA I. Se verifica al producirse la reacción entre el mercurio y la plata. Al mezclarse las partículas de aleación con el mercurio, dicha reacción engendra un grupo de nuevas aleaciones. La mezcla total de aleaciones se denomina amalgama dental. Cuando se tritura el polvo, la plata y el estaño presentes en el exterior de las partículas se disuelven en el mercurio, a la vez que dicho metal se difunde dentro de las partículas de la aleación; el mercurio posee una solubilidad limitada para con la plata (0,035% de peso) y el estaño (0,6% de peso).

Al excederse dicha solubilidad, los cristales de los dos compuestos metálicos binarios se precipitan con el mercurio formando el compuesto de plata y mercurio, Ag_2Hg_3 . Esta fórmula constituye una Matriz de amalgama sólida de estructura cúbica centrada en el cuerpo de la molécula. Como la solubilidad de la plata en el mercurio es mucho menor que la del estaño, la fase gamma I se precipita primero y la fase gamma II lo hace después.

La presencia de esta interfase metálica así formada favorece las propiedades otorgadas al producto final y corresponde al 54-56% del volumen total de aleación mezclada.

2.9.3.- FASE GAMMA II. Por ser menor la solubilidad del estaño en comparación con la de la plata, esta fase se presenta posterior a la fase gamma I cuando el mercurio reacciona con el estaño, la fórmula con que se interpreta es Sn₈Hg. Debe tenerse en cuenta que tanto la fase gamma I como la fase gamma II constituyen la matriz de soporte que envuelve la fase gamma original.

Después de realizar la trituration mecánica, el polvo de la aleación coexiste con el mercurio líquido y otorga a la mezcla una consistencia plástica. Los cristales gamma I y gamma II aumentan de tamaño a medida que el mercurio restante disuelve las partículas de la aleación. Tan pronto como el mercurio desaparece, la amalgama endurece. A medida que las partículas quedan cubiertas con los cristales recién formados, en su mayor parte gamma I, la velocidad de la reacción decrece.

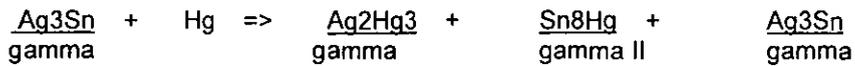
De manera general, la relación aleación-mercurio afecta la composición de la amalgama y por lo tanto tiene un profundo efecto sobre todas las propiedades. La aleación debe mezclarse en una proporción regular de casi uno a uno. El hecho de incorporar un 50% de mercurio (mercurio mínimo o técnica de Eames) es casi ideal. Aún así, esta proporción no representa lo suficiente para consumir de manera total las partículas de aleación beta y gamma; en consecuencia, la amalgama cristalizada incluye partículas sin consumir. Cristales sólidos gamma I y gamma II rodean y fijan entre sí las partículas de la aleación (más pequeña ahora, porque sus superficies se disolvieron en el mercurio).

Como resultado, la amalgama típica con bajo contenido de cobre es un compuesto donde las partículas sin consumir se encuentran enclavadas en fases gamma I y gamma II. La presencia permanente de la fase gamma II

(Sn8Hg), así como el aumento en la proporción de mercurio en este tipo de aleación, incrementan la expansión de fraguado y ocasionan una menor resistencia a la corrosión y debilitamiento de la restauración final que a la vez puede conducir a la fractura marginal. Además, un aumento en el “creep”*, un alto grado de escurrimiento y mayor oxidación.

- **Creep.** Este término hace referencia al comportamiento de la amalgama de plata cuando tensiones pequeñas, inferiores al límite elástico, son mantenidas durante un tiempo suficiente o se repiten muchas veces, conduciendo a una deformación permanente. El material se va extruyendo de la cavidad y al quedar los bordes sin soporte dentario, se produce la fractura marginal. (Barrancos Mooney).

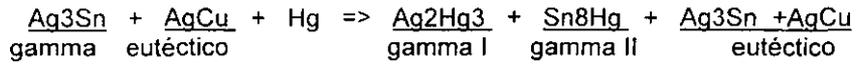
La reacción experimentada en la fase gamma II es la siguiente:



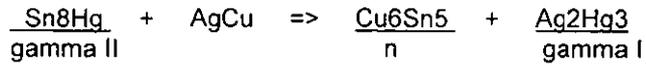
Con la finalidad de evitar los efectos indeseables consecuentes de la fase gamma II, lo ideal es utilizar aleaciones que cuando se combinan con el mercurio no generen esta fase. La eliminación de la fase gamma II en las aleaciones para amalgama se logra por el aumento en la proporción de cobre hasta un 30%.

En las fórmulas con alto contenido de cobre, la presencia de este metal y del componente intermetálico eutéctico AgCu en las amalgamas de fase dispersa, induce la desaparición de la fase gamma II recién formada, tomando así el estaño de esta fase y formando por consiguiente una nueva: la fase Cu6Sn5.

Además, el mayor contenido de plata proveniente del eutéctico favorece un incremento de la fase gamma I.



La fase gamma II se descompone ante la presencia del cobre del eutético.



**PORCENTAJES EN LA COMPOSICIÓN DE ALGUNAS FORMULAS
ACTUALES DE AMALGAMA**

NOMBRE COMERCIAL	Ag %	Sn %	Cu %	Otros %	Zn %
Aristalloy CR	58.7	28.4	12.9	0.0	0.0
Contour	40.0	30.0	30.0	0.0	0.0
Cupralloy	62.1	15.1	22.7	0.0	0.0
Dispersalloy	69.7	17.7	11.9	0.0	0.9
Indilloy	60.6	24.0	12.1	Indio	0.0
Luxalloy	69.3	19.0	11.2	0.0	0.0
Sybralloy	41.2	30.2	28.3	0.0	0.0
Tytin	59.4	27.8	13.0	0.0	0.0
Valiant esférica	49.5	30.0	20.0	0.5 Pd	0.0
Valiant Ph. D.	52.5	29.7	17.5	0.3 Pd	0.0

Guzmán B., 1990. Composición % de algunas fórmulas actuales de amalgama.

2.10.- PROPIEDADES FÍSICAS DE LAS PARTÍCULAS

(formas, tamaños y cualidades según el tipo de aleación).

2.10.1.- Aleaciones Convencionales.

Son aquellas constituidas por partículas de aleación que presentan una morfología irregular. Esto es consecuencia de la tecnología de producción mecánica a partir de lingotes. Estas partículas, de acuerdo al criterio de selección de tamaño se les puede catalogar en: Macropartículas de 120 a 190 micrómetros y Micropartículas de 40 a 90 micrómetros.

Las amalgamas que se obtienen con estas aleaciones resultan frágiles y con altos valores de escurrimiento cuando son sometidas a esfuerzos estáticos y dinámicos. Sin embargo, poseen elevada resistencia a la

compresión, no así a la tracción, la cual es baja. Estas requieren una mayor cantidad de mercurio debido a la morfología y dimensión de las partículas que dificultan la humectación.

2.10.2.- Aleaciones Esféricas.

La producción de minilingotes que se logra por atomización gaseosa de la aleación a partir del estado líquido, proporciona partículas de forma esférica que se caracterizan por una composición química idéntica y una estructura extremadamente fina. Estas aleaciones requieren de una menor cantidad de mercurio para su amalgamación, presentan altos valores de resistencia mecánica, menores cambios dimensionales y mayor facilidad de trabajo.

2.10.3.- Aleaciones con Alto Contenido de Cobre.

En las aleaciones de fase dispersa, el objeto de agregar componentes esféricos constituidos de un eutéctico plata-cobre, 72% Ag y 28% de Cu de 10 micrómetros de diámetro a limaduras de aleación convencional de plata-estaño, tiene la finalidad de evitar la fase gamma II. La relación plata-cobre actúa como elemento reforzador y dispersador de partículas, tornándolas más resistentes e inalterables

En las aleaciones de composición única, todos los componentes son fundidos en conjunto y mediante un proceso de atomización se obtienen partículas esféricas, elípticas e irregulares con tamaño y distribución similar a las partículas esféricas convencionales. La inclusión de mayor contenido de cobre en estas aleaciones tiene el propósito de minimizar la deformación que produce sobre la amalgama el ciclaje mecánico, ya que la fase gamma II es

muy sensible a las cargas oclusales compresivas. Además, se reduce la expansión en un 50% comparadas con las amalgamas convencionales.

De manera general, en las aleaciones para amalgama las partículas varían de tamaño y forma según las diversas marcas comerciales. Además de identificarse por sus diferentes formas (foliadas, granulares, esféricas, etc.), pueden clasificarse en grupos de aleaciones de grano o corte grueso y aleaciones de grano o corte fino. Como primera opción para su empleo, existe tendencia a elegir las aleaciones de tamaño fino, que permiten un mezclado rápido, dan una superficie más lisa y disminuyen el riesgo de expansión de la amalgama.

3.- ORO PARA OBTURACIÓN DIRECTA.

CARACTERÍSTICAS GENERALES Y PROPIEDADES DEL ORO DIRECTO.

CONSIDERACIONES PRELIMINARES.

Todo componente confeccionado en metal o aleación que vaya a usarse en la boca debe ser completamente inerte desde el punto de vista químico. No debe corroerse (ataque químico en que el componente pierde realmente metal) o deslustrado (ataque químico en que una reacción superficial altera el color del componente).

3.1.- ORO PURO.

El oro puro es el más noble de todos los metales dentales, rara vez se corroe o se mancha en la cavidad bucal. Es inactivo químicamente y no le afectan el aire, la temperatura, la humedad y muchos solventes. Su consistencia es la de un metal blando, no se oxida en las condiciones atmosféricas normales y sólo es atacado por pocos de los agentes oxidantes más poderosos. Tiene un color amarillo vivo y un fuerte brillo metálico. Aunque es el más dúctil y maleable de todos los metales ocupa el lugar más bajo en tenacidad, pero es resistente al impacto y buen conductor del calor y la electricidad. El metal puro funde a 1063° C, (1945° F), estando sólo 20° C por debajo del punto de fusión del cobre o bronce que es de 1083° C. La presencia de pequeñas cantidades de impurezas tiene un efecto indeseable pronunciado sobre las propiedades mecánicas del oro y sus aleaciones. Dichas impurezas contenidas en el oro tienen efectos que le pueden conferir fragilidad. Elementos como el plomo o el mercurio a una proporción mayor del 0.2% lo tornan extremadamente quebradizo pudiendo llegar a

desbaratarse, pero por otra parte, si se le agrega al oro una minúscula cantidad de calcio, éste ayuda a mejorar las propiedades mecánicas de cohesividad.

Es importante, por consiguiente, que ni aún trazas de aleaciones de metales bajos que contengan plomo, bismuto y otros metales, o restos de amalgamas de plata, se mezclen con el oro que se va a usar en restauraciones dentales.

El oro es casi tan blando como el plomo, por lo que en aleaciones dentales, monedas y artículos de joyería debe ser amalgamado con cobre, plata, platino y otros metales para producir la dureza, elasticidad y duración necesarias. El peso específico o densidad del oro puro está entre 19.30 y 19.33 g/cm³ siendo por lo tanto uno de los metales pesados. El valor del peso específico variará con la temperatura a la cual se haga la medición y con la condición del metal evaluado. El oro laminado en frío y estirado puede tener un peso específico menor de 19.2 g/cm³. Reducido a polvo ofrece un color pardusco y sin brillo.

Como se mencionó, el aire o el agua a cualquier temperatura no manchan ni afectan el oro, tampoco lo hace el sulfuro de hidrógeno. Ni siquiera lo disuelven el ácido sulfúrico, nítrico o clorhídrico. En cambio, se disuelve fácilmente en una combinación de ácido nítrico y clorhídrico (agua regia) formando tricloruro de oro u oro triclorhídrico (Au Cl₃). También es soluble en algunos otros compuestos químicos como el cianuro de potasio o potasio cianico y soluciones de bromo o cloro (bromuros o cloruros).

3.2.- PROPIEDADES DEL ORO COMO MATERIAL DE OBTURACIÓN DIRECTO.

Pocos metales son usados en estado puro para propósitos de restauración odontológica. El oro y el titanio son excepciones prominentes. La pureza que se requiere para los productos de oro comúnmente utilizados

en la aplicación de la técnica llamada de "Oro Directo" debe ser del 99.99%. Dicho de otra forma, este material posee 99.99 partes de oro, siendo ésta una proporción mucho mayor que la utilizada cuando se introdujo por vez primera para propósitos restaurativos. Sin embargo, por su técnica tan delicada, la apariencia metálica, el elevado costo y el énfasis reducido en las escuelas de odontología, no ha podido ser utilizado solo, sino con indicaciones limitadas en lo futuro. Aún así, el oro siempre ha sido el metal de elección obvia en odontología restauradora, debido a su nobleza y color. El aspecto del oro siempre ha sido considerado agradable y es asociado con la calidad, su capacidad para mantener el brillo sin pigmentarse es casi única, y además, parece tener buena biocompatibilidad.

Una de las desventajas que presenta el oro puro en el contexto de la odontología restauradora es que, al igual que la mayoría de los metales puros, en condiciones de "como colado" es muy dúctil y demasiado blando para usarlo en restauraciones dentales, siendo inadecuado su desempeño aún ante tensiones moderadas, no pudiendo mantener su forma por sí solo ante las fuerzas de masticación. Su resistencia y dureza pueden mejorar en gran medida por la acción de principios metalúrgicos determinados como son la Soldadura y el Endurecimiento por trabajo en frío.

3.2.A.- SOLDADURA: La soldadura es la unión de dos metales sin el uso de una aleación intermediaria, produciéndose fundamentalmente la adhesión entre dos piezas de metal. El oro tiene una propiedad poco común, y es que puede soldarse fácilmente a la temperatura ambiental. Piezas de oro pueden soldarse una a otra, dentro de una cavidad, para formar una restauración.

3.2.B.- ENDURECIMIENTO POR TRABAJO: El proceso de condensar el oro puro para efectuar la soldadura a temperatura ambiental produce un endurecimiento por trabajo en frío del metal. Esto mejora su fuerza y resistencia y reduce su ductilidad. De cualquier forma, normalmente las

obtunicaciones de oro de manera directa se usan sólo en las cavidades clase III y clase V, y no en situaciones donde estén sujetas a la fuerza directa de la masticación.

3.2.3.- PROPIEDADES FÍSICAS.

3.2.3.1.- DENSIDAD.

La densidad del oro puro es de 19,32 g/cm³. Una restauración con hojas de oro sólo tiene una densidad de 16 g/cm³. Esta diferencia puede explicarse por la presencia de porosidad donde no ha habido un contacto completo entre las diferentes hojas. Obviamente, el grado de porosidad depende de la técnica de compactación utilizada. Con frecuencia en una restauración de oro directo no se logra una densidad uniforme debido a que al efectuar la condensación del material no se consigue una compactación excelente, principalmente por la falta de presión, provocando así espacios vacíos, captando solo aire. Es importante minimizar el número de huecos o espacios internos para obtener mayor resistencia.

El cirujano dentista es el único que al perfeccionar la técnica puede llegar a minimizar estas burbujas.

La densidad real del oro directo puede incrementarse cuando se utiliza la hoja de oro sola o en combinación con oro mate.

El valor para la densidad se obtiene dividiendo el peso de la muestra entre su volumen.

CONSIDERACIONES SOBRE ALGUNAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LAS HOJAS DE ORO PARA OBTURACIÓN DIRECTA.

Se ha demostrado que:

a) Las hojas de oro convenientemente condensadas son tan duras como los inlays de oro Tipo I.

b) El uso de hojas que han sido laminadas con platino da incluso una restauración más dura. De todas maneras, es difícil obtener una adhesión entre diferentes capas de hojas.

Tal como se ha mencionado, la resistencia y dureza de las restauraciones con hojas no es suficiente para soportar las fuerzas directas de la masticación.

3.2.3.2.- COHESIÓN.

La cohesión es la fuerza que une las moléculas de un cuerpo entre sí; dicho de otra forma, es la propiedad que posee un cuerpo de conservarse estable en base a sus fuerzas internas.

En lo que respecta al oro, es el carácter por el que se distinguen dos variedades de este metal para orificar: oro cohesivo y no cohesivo.

El oro posee un grado mayor de cohesión que cualquier otro metal, esta cualidad depende en gran parte de su pureza, los mejores oros para orificar tienen alrededor de 999 milésimas de metal puro.

Factores como la resistencia transversa, el endurecimiento y la densidad aparente son algo mayores cuando se utiliza oro laminado o en combinación con oro mate en la técnica de obturación directa. Estos acontecimientos implican una mejor compactación de las hojas y contribuyen a mejorar la cohesión.

3.2.3.3.- ORO COHESIVO.

El oro cohesivo se obtiene a partir de oro puro que es deformado hasta obtener hojas de alrededor de 0,001 mm de espesor. Estas son cortadas en tiras de tamaño variable y enrolladas formando cilindros. Es

menester para lograr una adhesión conveniente de estos cilindros durante su compactación que la superficie en las tiras laminadas se encuentre completamente libre de impurezas. La naturaleza de esta unión puede ser comparada con la cohesión dentro de un trozo individual de oro. De ahí el nombre utilizado para esta presentación.

Durante el procesado industrial del oro laminado se produce un endurecimiento mecánico y el fabricante debe efectuar un recocido de este delgado material para liberar las tensiones. La contaminación con gases como el oxígeno y el dióxido de azufre provenientes de la atmósfera, reduce la reactividad de la superficie después del recocido. Es preciso realizar una eliminación de esos gases en la clínica antes de utilizarlo. Ciertas presentaciones de oro cohesivo son tratadas con amoníaco después del recocido, de esta manera se evita que los distintos trozos se unan durante el almacenamiento. Bajo estas condiciones el material es denominado oro no-cohesivo y puede insertarse con mayor facilidad en la cavidad durante los primeros pasos de la obturación. Se ha demostrado que el calentamiento o recocido del oro inmediatamente antes de su empleo lo hace más cohesivo. Esto probablemente involucra la eliminación de gases de la superficie debido a la aplicación de calor proveniente del correspondiente horno o de una llama de alcohol. El amoníaco también evita la contaminación con otros gases y se elimina fácilmente por medio del calor.

3.2.3.4.- MALEABILIDAD.

La maleabilidad es la propiedad mecánica que poseen los metales, aleaciones y otras sustancias, que consiste en su capacidad para transformarse en hojas delgadas, sin que se produzca solución de continuidad, por medio del laminado o del martilleo. Bajo estas compresiones, el material se deforma en dos direcciones que forman ángulo recto con la dirección de aquellas fuerzas. Explicado de otra forma, es la

capacidad de un material para mantener deformación permanente considerable sin rotura bajo compresión, aplicando fuerzas como el golpeteo y, más específicamente en el oro, el enroscamiento de una hoja. Por este medio ha sido posible producir hojas delgadísimas de oro, de un espesor de 0,000027 pulgadas. En términos del Sistema Métrico Decimal se puede alcanzar un espesor de 0,00013 mm (0,13 micras); cerca de una tercera parte de dicho espesor se emplea en las hojas de oro destinado en la técnica de obturación directa.

El oro es el más maleable de todos los metales, es por ello que puede batirse hasta una décima de micra de espesor. En este caso, el batido se efectúa por martillado en frío para ser reducido a chapa u hojas finísimas que se usan para dorar.

La maleabilidad en los metales se puede incrementar con la temperatura, de ahí que sea importante conocer la temperatura óptima a que un metal puede ser laminado, batido o forjado, sin que el calor aplicado lo afecte y pueda aprovecharse integralmente en él esta característica. Junto con la ductilidad, completa las condiciones que permiten que los metales puedan labrarse por deformación.

3.2.3.5.- DUCTILIDAD.

Es la propiedad de que gozan los metales y aleaciones, que pueden ser aplastados y estirados en forma de alambres o hilos mediante fuerzas traccionales, sin sufrir por ello soluciones de continuidad en su superficie. Puede expresarse esto técnicamente como la relación existente entre la tenacidad y la resistencia a la tracción. Cuando una estructura se tensa más allá de su límite proporcional, se deforma permanentemente. La ductilidad representa entonces la capacidad de un material de conservar tensión elástica y mantener una larga deformación permanente en forma

considerable bajo carga elástica sin llegar a la rotura. Un metal que puede combinarse fácilmente con alambre se dice que es dúctil.

Como ejemplo de su grado de ductilidad, un grano de oro puro puede ser estirado hasta lograr un alambre de 150 metros de largo. O bien, proporcionalmente, un cilindro con un peso de 29 g. puede transformarse a un alambre de 100 kilómetros de longitud.

Desde el punto de vista dental, la ductilidad es la deformación plástica máxima que puede soportar un material cuando se estira a temperatura ambiente. Su magnitud puede calcularse por la cantidad de deformación permanente indicada por la curva de tensión-distensión.

El oro es el más dúctil de los metales puros, y le sigue en orden la plata. De los metales de interés para el odontólogo, el platino ocupa el tercer lugar. Siguiendo en forma decreciente tenemos el hierro, cobre, aluminio y níquel. Sin embargo, algunas autoridades ponderan al tungsteno como el metal más dúctil

3.2.3.6.- DUREZA.

Es la resistencia que un cuerpo ofrece a la penetración permanente, en su superficie, de un pequeño objeto de conformación simétrica al que se llama indentador. También puede definirse como la resistencia que ofrece un cuerpo a ser cortado, perforado, limado, comprimido; o como la resistencia que opone un material a ser deformado permanentemente por presión o flexión. En metalurgia, el concepto de dureza más generalmente aceptado es el de "resistencia a la mella" o "resistencia a la indentación", y es en base a este precepto que se designa en la actualidad a la mayor parte de las pruebas de dureza.

Entre las propiedades que se relacionan con la dureza de un material se encuentran la resistencia, límite proporcional y ductilidad. Cuando el límite de elasticidad, de ruptura o de resistencia están cerca uno del otro, el cuerpo

es quebradizo; en caso contrario, es plástico. Existen varios métodos para verificar la dureza en los materiales restauradores, entre los cuales se encuentran las pruebas de Brinell, Barcol, Rockwell, Shore, Vickers y Knoop. La elección de la prueba debe ser determinada por el material que se va a medir.

La prueba Brinell es la más antigua, se basa en un indentador que puede tener la forma de una bolita o un cono de acero o de una pirámide de diamante o de algo similar, que es forzado dentro del material a prueba mediante algún mecanismo que obra sobre la punta penetradora, aplicando presión uniforme en la superficie pulida de dicho material, bajo una carga específica. La indentación puede medirse entonces de forma simétrica en base a la profundidad de penetración, anchura o superficie comprendida. La carga se divide entre la superficie de indentación y el cociente. Dicho cociente es el Número de Dureza Brinell y se abrevia como BHN, (Brinell Hardness Number).

Así, cuanto menor sea la indentación, mayor será el número de dureza, por tanto más duro será el metal. Tanto en la prueba Brinell como en la de Vickers se mide el diámetro de la indentación, mientras que en la prueba de Rockwell y Knoop se toma en cuenta la medición por la profundidad.

Las pruebas de Knoop y Vickers se consideran pruebas de microdureza en comparación con las pruebas de macrodureza de Brinell y Rockwell. Las dos primeras emplean cargas menores de 9.8 Newtons, haciendo indentaciones de tan solo 19 micras. EL Newton es la unidad de medida de las fuerzas, cuyo símbolo es "N" y es equivalente a la fuerza necesaria para que un cuerpo cuya masa es de 1 Kg. Adquiera una aceleración de metro/segundo.

La dureza se puede medir con distintos aparatos tales como: el escleroscopio, que es un instrumento diseñado que aplica la fuerza necesaria para rayar metales y así medir la dureza.

El oro puro es extremadamente suave, la aleación de oro tipo I (suave) posee un número de dureza Vickers (VHN) de 50, pero después de ser trabajado en frío alcanza la dureza de la aleación de oro tipo II (90 VHN).

El oro posee, aproximadamente una dureza igual a un tercio de la del diamante. La baja dureza del oro puro parece estar contraindicada si se utiliza como material de restauración. Es por esto que se hace necesario corregirle esta característica a fin de proporcionarle la dureza y elasticidad requeridas para los trabajos dentales. La dureza puede aumentarse gradualmente por el tipo de aleación, esto es, que puede amalgamárselo con otros metales (cobre, platino, plata). En el caso del oro para obturación directa, se puede incrementar mediante el batido o haciendo pasar el metal por el laminador.

3.2.3.7.- RESISTENCIA A LA TRACCIÓN.

La resistencia a la tracción es la que manifiestan los cuerpos sometidos a fuerzas antagonistas que obran en el sentido axial o longitudinal y tienden a alargarlos. Dichas fuerzas se proyectan en sentido opuesto a la resistencia que opone el material sometido.

Según Hiorns, el oro sostiene un peso de siete toneladas por pulgada cuadrada (493 Kg/Cm²), siendo que además podemos definir el concepto de tracción como la acción de tirar o de mover un cuerpo cuando la fuerza es ejercida hacia adelante.

3.2.3.8.- COEFICIENTE DE EXPANSIÓN TÉRMICO LINEAL.

Se define como el cambio de longitud expresado por una unidad de longitud establecida en un material al elevar o disminuir la temperatura en un grado centígrado. El oro tiene un coeficiente de expansión térmico lineal de

14.4 y dicho valor difiere poco del coeficiente que posee la corona de un diente, que es de 11.4.

3.2.3.9.- CONDUCTIBILIDAD TÉRMICA.

La conductibilidad térmica es la temperatura diferencial entre los extremos de la muestra seccionada de un material establecida en un rango de un grado centígrado. El oro posee una conductibilidad térmica de 52.50 calorías por segundo, éstas son cuantificadas haciéndolas pasar a través de una muestra de alambre de 1 cm de espesor, cuya superficie de corte es de 1 cm². Debe considerarse que no todos los cuerpos transmiten igualmente el calor.

3.2.3.10.- CONDUCTIBILIDAD ELÉCTRICA.

La conductibilidad eléctrica se calcula usando la razón inversa de ésta, que es la resistividad, (cuyo símbolo es la letra griega gamma). Este parámetro se calcula por medio de la expresión: $r = 1/\text{gamma}$.

g = Representa la resistividad y se expresa en siemens o mohos por centímetro de cuerpo conductor.

3.2.3.11.- GRAVEDAD ESPECÍFICA.

La gravedad específica es la fuerza que ejerce un cuerpo sobre su apoyo y que resulta de la acción de la gravedad y el peso o gravedad específica de cada cuerpo, expresada por el cociente que resulta de dividir el peso de un cuerpo por su volumen.

El oro tiene una gravedad específica de entre 19.30 y 19.33 Kg/m² por seg². Este valor específico de la gravedad puede cambiar con la temperatura y la forma en que se pesen los materiales.

Ejemplo: Un trozo de oro frío y sumergido en agua puede tener una gravedad específica menor de 19.03 Km/m² por seg².

También es importante mencionar el quilataje del oro, ya que expresa la fineza del metal, el quilataje de una aleación que determina las partes de oro puro, se expresa en un rango de 24 partes en que puede dividirse la aleación. Por ejemplo: en una aleación de 22 quilates existen 22 partes de oro puro más dos partes de otros metales cualesquiera.

La fineza de una aleación de oro expresa las partes de oro puro por mil que contiene una aleación. Por ejemplo: si una aleación tiene $\frac{3}{4}$ partes (75 %) de oro puro, se dice que su fineza es de 750 oro mil, una elevada cantidad de oro puro.

La evaluación de la fineza o el quilataje tiene importancia, especialmente para apreciar el grado de resistencia de la aleación a la pigmentación.

3.3.- ORO COHESIVO Y NO COHESIVO.

Ingraham Reyen en 1961 reportó que aunque todas las formas de oro para obturación directa se pueden suministrar en estado cohesivo y no cohesivo, en la práctica sólo la hoja de oro se fabrica en estas dos presentaciones.

La capacidad del oro para tener cohesión por fusión a temperatura bucal, depende de que se aplique sobre una superficie limpia.

El oro, como la mayor parte de los metales, atrae gases a su superficie y cualquier película absorbida evita el contacto estrecho que se requiere para una unión en frío; por esta razón, el fabricante por lo regular

proporciona al dentista la hoja libre de contaminantes superficiales y, por tanto, es cohesivo de manera inerte. A pesar de que se presenta algo de absorción de gases durante el almacenamiento, este tipo se llama "Hoja Cohesiva".

En contraste, el fabricante puede someter la hoja a un agente volátil, como el amoníaco, que se absorbe en la superficie del oro; esta sustancia actúa como una película de protección que evita la absorción de sustancias menos volátiles y la cohesión prematura. El oro tratado con amoníaco se denomina "Hoja No Cohesiva". La película volátil se retira con facilidad al calentarla para restaurar el carácter cohesivo de la lámina.

3.3.1.- ORO EN HOJA (GOLD FOIL) U ORO FIBROSO.

Históricamente, el oro en hoja es el material más antiguo de todos los que se conocen.

El oro en hojas es formado mediante un proceso conocido como Gold Beating; los métodos usados son básicamente los mismos desde hace siglos; primeramente, el oro laminado en forma longitudinal se conforma en una serie de arrollamientos, posteriormente estos rollos son recocidos hasta transformar el oro en un listón cuyo espesor es de 0,0025 mm., comparable al espesor de un pañuelo desechable. El listón de oro es cortado entonces en pequeñas secciones y cada una se coloca entre dos hojas de papel, acomodándose una sobre otra en paquetes.

Cada paquete puede contener de 200 a 250 piezas de pequeños listones de oro; mediante el golpeteo de un martillo se les puede dar a estos listones el espesor idóneo. Se puede lograr un espesor final de 0,00064 mm. siendo así muy delgado, tanto que deja pasar una luz verdosa si se opone contra una fuente de luz directa. La hoja de oro puede ser reducida a un espesor aún menor, del orden de 0,0001 mm.

Después de efectuar el último aplanado (Beating), las secciones son separadas cuidadosamente una a la vez, de tal modo que quedan preparadas para ser pasadas adecuadamente y finalmente recocidas. Desde el primer paso hasta el último, se deben tener los cuidados más intensos de limpieza y purificación.

El recocido es un proceso importante y delicado en el cual la temperatura debe ser suficiente para suavizar la hoja uniformemente y de tal manera que los bordes de la hoja no se fundan o adquieran un espesor irregular. Para concluir el proceso, las hojas son cortadas en triángulos o cuadriláteros de tamaños y formas adecuadas para ser introducidas en las cavidades según sea el caso, posteriormente, las hojas o láminas se recocen pasando una por una en una flama de alcohol sosteniéndolas con unas pinzas.

Este material es muy manipulable, ya que es fácil introducirlo en áreas de difícil acceso, como lo son las áreas interproximales. También resulta ventajosa su aplicación en superficies labiales.

El oro en hoja también puede usarse en combinación con otros tipos de oro directo, como son el oro en polvo o el **Mat Gold** que más adelante será descrito.

Las propiedades físicas dadas por Hollenback en 1963 establecen que el oro en hoja muestra una densidad alta, cualidad idónea para evitar los inadecuados espacios internos en el oro; esto contribuye además a lograr una mejor capacidad de pulido ya que se disminuye la posibilidad de descubrir poros que pudiesen existir dentro del oro.

3.3.2.- ORO PLATINIZADO (PLATINIZED GOLD FOIL).

Las hojas de oro platinizado son las que contienen una hoja de platino alojada entre dos hojas de oro puro. El producto más antiguo se obtuvo al

unir las capas de platino y de oro conjuntamente durante la operación de compactación.

Las capas de platino y oro se unen mediante un proceso de chapado al realizar la operación de laminado. De esta manera, el emparedado resultante, se halla unido antes de comenzar la compactación.

La hoja de oro platinizado ha sido diseñada para tener un valor de dureza superior a cualquier otro oro puro, siendo este material el más difícil de trabajar, recomendándose solamente para áreas sujetas a cargas oclusales fuertes. La experimentación con este tipo de material ha sido manejada por el Dr. George Hollenback; este tipo de oro puro llamado oro platinizado es un material que se maneja en forma de sandwich constituido de muchas láminas de oro en forma cohesiva y produce un espécimen denso con la compactación mecánica, teniendo resultados satisfactorios particularmente cuando es usado para la capa superficial de la restauración.

El oro platinizado en lámina es un material para obturaciones de oro cohesivo que va a estar sometido a fuerzas masticatorias, necesitándose solamente en pequeñas cantidades. Este material está disponible comercialmente y es distribuido por Williams (Gold Refining Company), se presenta para su venta en forma de láminas cuadradas de cuatro pulgadas, empacadas en cajas.

3.3.3.- ORO EN POLVO O GRANULAR.

Stibbs reportó en 1980 que los primeros oros en polvo aparecieron en 1960, estas formas irregulares, contenidas en bolsitas precondensadas o grupos de partículas, son preparadas mediante uno de los tres métodos básicos que son: **trituration, precipitación química o pulverización (automatización)**, cuando el oro se encuentra en su estado líquido.

En el mercado han surgido tres marcas comerciales ineficaces del oro en polvo.

El primero, (**Filoro**, manufacturado en 1934 por Baker & Co.), no fue aceptado en la profesión debido a que el polvo se presentaba en fragmentos irregulares que no eran fáciles de manipular; estos grupos tendían a desintegrarse cuando se introducían en la cavidad y/o cuando se empezaban a condensar.

Las otras dos variaciones eran:

El oro **Karat**, manufacturado por Cottrel & Co. en Londres, Inglaterra y el **Biofil**, manufacturado por B. & Dental Co. Inc. En Nueva York, U.S.A., el proceso de fabricación de ambos productos incluía la incorporación de un líquido especial que tenía por objeto hacer que el oro en polvo fuera más fácil de manipular debido a que lo tornaba pegajoso, la naturaleza del líquido nunca fue conocida, pero estos tipos de oro brindaron buenos resultados, ya que desde la segunda mitad del siglo XIX, el oro en polvo de precipitación química se suministraba en forma de aglomerados que por lo regular se desintegraban cuando se intentaba su compactación, esto causado por su falta de cohesividad.

Finalmente vencieron el problema de la fragilidad integrando el oro en polvo a una hoja de oro. Este material granular recibió el nombre comercial de **Goldent**, manufacturado por Morgan, Hastings & Co. en Philadelphia, en el año de 1962 y hoy en día es manufacturado por Williams Gold Refining Co. Inc., Buffalo N.Y., U.S.A. Este material también es llamado **E-Z Gold**, que en sí es un **Goldent** mejorado ya que posee una cera orgánica que no deja residuos contaminantes que impedirían la cohesividad, además es mucho más fácil de colocar en la cavidad debido a que es muy maleable.

Como anteriormente se mencionó, el oro en polvo se produjo a principios del decenio de 1960, cuando se usó la mezcla de polvos de oro precipitados de manera química y atomizados en forma de grano, en una hoja de oro. El tamaño máximo de las partículas es de 15 micrones; los polvos precipitados en forma química y atomizados se mezclan primero con cera blanda y así forman los granos; estos granos de cera y oro se

envuelven en hojas, las masas resultantes adquieren forma cilíndrica y se encuentran disponibles en varios diámetros y longitudes, las dimensiones de los cilindros van de uno a tres mm. conteniendo miles de partículas de oro en polvo atomizadas, variando en tamaño y formas, que van de dos a 150 micrones, conservando entre sí un rango promedio de 15 micrones; estas partículas son mezcladas con cera para conferir cohesividad al material y se disponen en bolsitas pequeñas de hojas de oro.

Estas bolsitas de oro están hechas de hojas cortadas de 4 X 4 pulgadas en 1/32, 1/43, 1/64 o en 1/128 partes, cuando se forman las pelotitas para la hoja N° 4; pero cuando se forman las pelotitas para la hoja N° 2, éstas son mucho más pequeñas, se enrollan en 1/10 ó 1/20 partes. Las pelotitas se conforman acercando las puntas de la hoja y después con mucho cuidado se enrollan.

El encapsulado en polvo de oro tiene cuatro ventajas; las cuales se mencionan a continuación:

- 1.- Las pelotitas de oro en polvo pueden ser pinchadas con la punta de un instrumento colocador, y ser acercadas a la flama sin que su contenido se derrame.
- 2.- Estas pelotitas pueden ser fácilmente introducidas en la cavidad en razón de dos a tres a la vez y ser llevadas así al lugar preciso antes de empezar el condensado.
- 3.- La condensación manual puede ser empleada usando condensadores de caras pequeñas y compactando con un martillete, ya que la condensación manual reduce el riesgo de trauma a los dientes.
- 4.- El polvo de oro encapsulado posee una masa más grande que el oro en hoja en forma de pelotitas, una pelotita de oro en polvo tiene aproximadamente una masa diez veces mayor que la de una pelotita de hoja de oro del mismo tamaño, lo que ayuda a una condensación más rápida, eliminando también espacios vacíos.

3.3.4.- ORO DIRECTO (SPONGE GOLD).

Baum reportó en 1984 que este tipo de oro fue introducido a mediados del siglo XIX, su uso fue reportado por Donaldson en 1980 y en 1983, en el Journal of The British Dental Association se describe como una forma más económica de restauración, usándose unas hojas muy delgadas de oro no cohesivo, que eran enrolladas en forma de cuerdas y cilindros, configurados por electrólisis. La electrólisis es la propiedad que tienen ciertos cuerpos, denominados electrolitos, de descomponerse cuando los atraviesa una corriente eléctrica.

Robert Arthur en el año de 1980 menciona que este material muestra algunos defectos y por esta razón este tipo de oro salió del mercado hace muchos años, debido a que desde ese tiempo existieron otros mucho mejores tal como el que se sigue usando del tipo de oro en hoja.

3.3.5.- ORO DIRECTO CRYSTALLINE O MAT GOLD.

Christensen en el año de 1967 reportó que Koser e Ingraham popularizaron el **Mat Gold** en 1846; el **Crystalline** o **Mat Gold**, según menciona Stibbs en 1980, es un depósito fino, electrolíticamente o químicamente precipitado que lo hace ser cohesivo, siendo su estructura a base de cristales que se observan microscópicamente como un helecho de aproximadamente 0.1 mm. de largo, y es extremadamente puro, además de ser un material muy resistente, debido a que es sometido a un proceso de calentamiento.

Su alta cohesividad y plasticidad facilita la manipulación y la adaptación a las paredes de la preparación de mucho mejor forma que las hojas de oro directo cohesivas.

Este material es ideal para la construcción de las restauraciones en preparaciones de las Clases I y V, y la porción oclusal de preparaciones más largas de Clase II.

El **Mat Gold** no debe ser usado como capa superficial, puesto que su estructura cristalina no parecida a los oros fibrosos o de hoja, no tiene la capacidad de unirse en una masa homogénea, y esta diferencia da como resultado que la estructura muestre una tendencia más grande a que exista porosidad en la superficie, siendo consecuentemente necesario darle un terminado a la restauración como si se tratase de oro en hoja.

Mat Gold es una forma de oro que se encuentra comercialmente dispuesta en hojas gruesas, en tiras de varias anchuras o bien en tiras precipitadas por medios electrolíticos.

La **hoja mate cohesiva** consistía en un emparedado de polvo de oro de precipitación electrolítica entre lámina de oro del N° 3, la cual era sintetizada y cortada en tiras de diferentes anchos; el propósito del emparedamiento entre las hojas, era tratar de eliminar la necesidad de cubrir la restauración con una hoja de oro. Actualmente, este tipo de oro no se encuentra ya en el mercado.

Aún así, el oro mate se sigue comercializando por ser un material bastante resistente y tiene la capacidad de eliminar su tendencia a desbastarse, pudiendo mantener la porción de oro íntegra en la posición en que se le coloca inicialmente dentro de la cavidad, facilitando así su condensación.

El **Crystalline Gold** es igual que el **Mat Gold**, sólo que la forma del primero es más granular cuando se observa en el microscopio electrónico de barrido.

**ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA**

3.3.6.- ORO DIRECTO "ELECTRALOY".

Lambert reportó que este tipo de oro que es considerablemente diferente a los demás tipos de oro directos, ha sido introducido por Diehl & Ringelstein en Alemania desde 1989 y ha permanecido en el mercado con el nombre de **Stopfgolg** de la casa Degussa Corp., South Plainfield, N.J., U.S.A.

Este tipo de oro se produce mediante precipitación química del oro en polvo de una concentración mínima del 99.8 % de oro. Las partículas individuales son sintetizadas en conjunto y cortadas en tiras de 0.3 mm de ancho y de 4 mm. de largo.

El **Stopfgold** se encuentra en el mercado en tres grosores diferentes que son: de 0.7 mm., de 1.0 mm. y de 1.5mm.

El contenido de oro en cada tira es de 8 % del volumen comparado con el 14 % que contiene **Electraloy**, (Ivoclar-Vivadent, Williams).

En algunos estudios se ha demostrado un incremento del 50 % en su resistencia a la deformación en comparación con otros tipos de oro.

La resistencia a la deformación está relacionada con la resistencia a la tensión y resistencia a la cohesión del material, esto se da por el grado de unión de las partículas que ocurre durante el trabajo en frío; esto a la vez incrementa la resistencia a la deformación que ocurre durante la condensación.

El **Stopfgold** es similar en tamaño y forma al **Matgold** pero es diferente el brillo que posee. El **Stopfgolg** es más brillante debido a la reflexión de sus partículas planas, que son observables al microscopio en forma de polígonos. Casi todas estas partículas son hexagonales y varían en diámetros que van desde 25 micrones hasta 75 micrones, con un espesor de 1.5 micrones aproximadamente.

Paul, en 1990, demuestra que al condensar el **Stopfgold** produce menos porosidades que el **Mat Gold**, el **Electraloy** o el **Golddent** (este último también conocido como **E-Z Gold**).

En estudios que hizo Lambert en 1980 pudo observarse que el **Stopfgold** produce una superficie más homogénea y una microfiltración mínima, también su condensación necesita aproximadamente de 6 a 8 libras de presión y es adecuado utilizar un condensador de 0.8 mm. de diámetro en su extremo activo que debe ser redondo. Se debe condensar meciendo el condensador, reduciendo de esta manera el área de la superficie en contacto con el oro a la vez que se incrementa la presión por la cara del condensador.

4.- CONCLUSIONES.

Hemos visto que a pesar de los grandes avances que se han logrado hasta la actualidad en el campo de los materiales de restauración estéticos, los materiales metálicos de restauración directos no han demeritado en sus alcances de desempeño, eficacia y durabilidad dentro del contexto de la odontología restauradora contemporánea.

En lo referente a las **aleaciones para amalgama dental**, la selección del material adecuado para conformar la aleación, lo mismo que la de un mercurio idóneamente puro, debe acompañarse de una técnica correcta de manipulación. Dicho procedimiento debe asegurar que la masa de amalgama se adapte convenientemente a las paredes de la preparación cavitaria, con un mínimo del contenido final de mercurio (máximo posible de núcleos y mínimo necesario de matriz en la estructura final), y lo más densa posible (evitar las porosidades).

El uso de mezcla manual obliga a emplear un mayor contenido inicial de mercurio para lograr plasticidad y posibilidad de facilitar la condensación posterior. Esto hace necesaria una adecuada eliminación de los excedentes del metal reactor antes de completar el tallado de la restauración.

Por lo anteriormente expuesto se puede decir que la aleación quinaría actual, si se maneja en las proporciones correctas, produce una restauración de amalgama con buenas propiedades. Si se ve alterado en proporción uno de sus componentes, su comportamiento clínico cambiará manifestándose clínicamente.

Además, si se observa una falla en los resultados, otro factor causal importante es la preparación equivocada de la cavidad, razón por la cual en ocasiones no es posible aplicar la amalgama con el espesor necesario.

En lo referente al tipo de amalgama que habrá de elegirse basándose en sus especificaciones e indicaciones clínicas, las amalgamas ricas en

cobre son superiores, si es que este elemento está disponible para una reacción secundaria. No todas las aleaciones ricas en cobre son de igual calidad. Debido a que existen patentes, algunos fabricantes no pueden producir materiales de alta calidad.

La evidencia disponible indica que la mejor aleación para amalgama es la variedad mixta, por ejemplo Dispersalloy y Phasealloy y las más reciente Cupralloy. Dispersalloy es bastante anterior a las otras aleaciones y por lo tanto mucho más conocida. Phasealloy se talla algo más lisamente, su colocación es ligeramente más lenta y se ha demostrado que su fabricación está cuidadosamente controlada en su calidad. Cupralloy sólo lleva algún tiempo en el mercado como para hacer un juicio válido. Todas las aleaciones esféricas puras actualmente disponibles, como Tytin, Aristalloy CR Y Sybralloy, tiene factores de manipulación objetables para muchos operadores. Además son sensibles al exceso en el contenido de mercurio en la preamalgamación.

Si más adelante las aleaciones esféricas ricas en cobre siguen manteniéndose como clínicamente superiores, las recomendaciones de su uso deberán cambiar. Mientras tanto, los clínicos deben esperar nuevos informes e insistir o remitirse a la confiabilidad de nuevas evidencias clínicas.

De modo general entonces, se puede llegar a la conclusión de que la mayoría de las aleaciones convencionales para amalgama son satisfactorias.

En cuanto al **oro para obturación directo**, es un material de aplicación permanente que ha demostrado un desempeño excelente a través de los años y ningún otro de su género lo ha podido reemplazar. Posee características muy especiales, ya que no se corroe ni se deteriora a lo largo del tiempo, por el contrario, una restauración en oro eficientemente adaptada se conservará en boca durante muchos años. Es por esto que

constituye una excelente opción entre los demás materiales restauradores que se emplean en Operatoria Dental.

Sin embargo, existe un punto de desacuerdo en cuanto a si el trauma que se produce durante su compactación tiene efectos pulpares o no. El hecho establece una clave importante para utilizar este tipo de restauración, así como la manera de realizar la técnica de condensación misma y la forma en que se va acoplado incrementalmente el metal. Los procedimientos mecánicos automáticos (condensadores neumáticos vibratorios o eléctricos) son un medio efectivo para disminuir el tiempo de trabajo operatorio y posiblemente son menos traumáticos.

Esta técnica realmente no tiene variación de un cirujano dentista a otro, ya que se ha depurado mucho a través del tiempo, lo único diferente es el tipo de instrumento que el facultativo decida usar, puesto que pueden variar las preferencias y maniobrabilidad a juicio de cada uno.

Se requiere de habilidad suficiente del operador para colocar la restauración y disponer del tiempo adecuado, debido a que el procedimiento de rellenar una obturación con oro es mucho mayor que con cualquier otro material. Esto conlleva a que en la práctica se le tome cierta aversión, porque en la actualidad el cirujano dentista está más concentrado en hacer odontología de índole comercial que en realizar preparaciones de excelencia.

Es adecuado conocer los distintos tipos de oros que existen en el mercado, pero sobre todo el que se está usando actualmente en México, que es el **Golddent**.

Efectuar una preparación en oro directo, da la oportunidad al odontólogo de conocer los principios básicos que debe llevar una cavidad diseñada incluso para cualquier otra finalidad.

Como material de enseñanza es muy bueno, ya que los estudiantes obtienen conocimientos fundamentales; sin embargo se podría pensar en la amalgama para aprender fundamentos básicos, pero se ha visto que la excelencia en el condensado se adquiere al colocar un oro directo, ya que se

necesita mayor destreza. En algunos estados de E.U.A. es necesario saber la teoría y la práctica del oro directo para conseguir la Licencia para ejercer, ellos piensan que si se domina con eficacia esta técnica, consecuentemente serán capaces de colocar cualquier tipo de restauración.

Este material posee la mejor adaptación marginal que ningún otro puede ofrecer, debido a que no se expande, solamente al condensarlo se provoca una ligera expansión de la dentina, que es un tejido elástico. La expansión o la contracción del oro, sometido a temperaturas bajas o altas no ocasiona ningún efecto, y la dentina vital tiene un 40 % más de elasticidad que el oro puro sólido. Este es el principio de la excelente adaptación a las paredes de la preparación cavitaria. Además, el oro directo convenientemente colocado en cavidades de Clase V, es el único material de restauración metálico que produce la menor irritación gingival.

El ser humano no ha podido regenerar o construir un material ni siquiera parecido al esmalte dental en su composición ni en su comportamiento, y es el oro el que más se asemeja al esmalte en cuanto a este desempeño físico; se contrae y se dilata en proporción de uno a uno, por consiguiente se evita la microfiltración que puede existir en otras restauraciones lográndose una continuidad marginal perfecta.

En cuanto a todas estas ventajas, las restauraciones a base de oro directo deberían tener una difusión más amplia. Si los pacientes conocieran este material lo elegirían con mayor aceptación en la actualidad, desgraciadamente la generalidad de los odontólogos desconoce esta técnica y además quienes la saben no la dan a conocer a sus pacientes.

El oro directo no debe ser olvidado, tiene y seguirá conservando un papel importante en la Operatoria Dental. No significa por esto que se deje de realizar otro tipo de técnicas, cada una tiene un lugar en la odontología.

Hay mucho por realizar, profundizando en la salud del paciente, el cirujano dentista es el responsable de proporcionar un servicio de óptima

A mis padres:

Cristina Cabrera Chávez

y

Pedro Castillo Rivero.

A mis hermanos:

Martín, Juan Manuel,

Juan Carlos, y Luis Alberto.

Por el apoyo moral y económico para conseguir este logro y todos los por venir.

Y a Rubén Campirán Romero que en paz descanse ...

Oscar

5.- BIBLIOGRAFÍA.

- 1.- Marcelo Friedental, **DICCIONARIO DE ODONTOLOGÍA**
Ed. Médica Panamericana, Buenos Aires, Argentina.
2ª. ed., 1996, 1054 pp.
- 2.- Stanley Jablonsky, **DICCIONARIO ILUSTRADO DE ODONTOLOGÍA**
Ed. Médica Panamericana, Buenos Aires, Argentina.
1ª. ed., 1992, 1264 pp.
- 3.- Malvin E. Ring, **HISTORIA ILUSTRADA DE LA ODONTOLOGÍA**
Ed. Mosby/Doyma Libros, S.A., Barcelona, España.
1ª. ed., en español, 1989
2ª. reimp., 1995, 319 pp.
- 4.- Dr. Salvador Lerman, **HISTORIA DE LA ODONTOLOGÍA Y SU EJERCICIO LEGAL**
Ed. Mundi, S.A.I.C. y F., Buenos Aires, Argentina.
3ª. Ed., 523 pp.
- 5.- Kenneth J. Anusavice, D.M.D., Ph. D.
Charles De Freest, D.D.S.
Jack Ferracane, M.S., Ph. D.
J. Rodway Mackert, Jr., D.M.D., Ph. D.
Miroslav Marek, Ph. D.
Victoria A. Marker, M.S., Ph. D.
LA CIENCIA DE LOS MATERIALES DENTALES DE PHILLIPS
Ed. Mc. Graw-Hill Interamericana Editores S.A. de C.V. México, D.F.
10ª. Ed., 1998, 746 pp.
- 6.- E.C. Combe, **MATERIALES DENTALES**
Ed. Labor, S.A., Barcelona, España.
5ª. ed., 1986, 1ª. ed. en español, 1990, 378 pp.
- 7.- William J. O. Brien; Gunnar Ryge,
MATERIALES DENTALES Y SU SELECCIÓN
Ed. Médica Panamericana, Buenos Aires, Argentina.
1ª. reimp., 1986, 327pp.
- 8.- Robert G. Craig, William J. O. Brien, John M. Powers
MATERIALES DENTALES
Nueva Editorial Interamericana, S.A. de C.V., México, D.F.
2ª. ed., 1985, 336 pp.

- 9.- John Osborne, H.J. Wilson, M.A. Mansfield
TECNOLOGÍA Y MATERIALES DENTALES
Noriega Editores, Ed. Limusa, S.A. de C.V., México, D.F.
1ª. Ed., 1987, 519 pp.
- 10.-Gérald Burdairon, **MANUAL DE BIOMATERIALES DENTARIOS**
Ed. Masson, S.A., Barcelona, España.
1ª. ed., 1991, 305 pp.
- 11.-Humberto José Guzmán Báez
BIOMATERIALES ODONTOLÓGICOS DE USO CLÍNICO
Cat. Editores Ltda., Bogotá, Colombia.
- 12.-M.H. Reisbick, Alvin F. Gardner
MATERIALES DENTALES EN ODONTOLOGÍA CLÍNICA
Ed. El Manual Moderno, S.A. de C.V., México, D.F.
1ª. ed., 1995
- 13.-William W. Howard, Richard C. Moller
ATLAS DE OPERATORIA DENTAL
Ed. El Manual Moderno, S.A. de C.V., México, D.F.
3ª. Ed., 1986, 307 pp.
- 14.-Julio Barrancos Mooney, **OPERATORIA DENTAL**
Ed. Médica Panamericana, Buenos Aires, Argentina.
3ª. ed., 1176 pp.
- 15.-M. H. Reisbick, Alvin F. Gardner
MATERIALES DENTALES EN ODONTOLOGÍA CLÍNICA
Ed. El Manual Moderno, S.A. de C.V., México, D.F.
1ª. Ed., 1985, 338 pp.