



**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS  
PROFESIONALES**

Iztacala

U. N. A. M

Carrera de Odontología

**"LAS PROPIEDADES DE LOS MATERIALES  
DENTALES"**

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
**CIRUJANO DENTISTA**  
P R E S E N T A :  
*Severino Vidals Alonso*



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

# " I N D I C E "

I. - PROLOGO.....	1
II. - "LAS PROPIEDADES DE LOS MATERIALES DENTALES".	
II.1. - Introducción.....	4
II.2. -Propiedades Eléctricas.....	7
II.3. -Propiedades Mecánicas.....	10
II.4. -Conductibilidad Térmica.....	12
II.5. -Cambio Dimensional.....	16
II.6. -Cambio Dimensional Térmico.....	19
II.7. -Solubilidad y Sorción.....	22
II.8. -Deformación Mecánica.....	23
II.9. -Tensión Superficial.....	25
II.10. -Relajación.....	32
II.11. -Difusión.....	33
II.12. -Límite elástico.....	35
II.13. -Límite Plástico.....	41
II.14. -Corrosión.....	45
II.15. -Pigmentación.....	52
II.16. -Oxidación.....	54
II.17. -Resistencia Tensional.....	62
II.18. -Resistencia Traccional.....	64
II.19. -Resistencia Marginal.....	66
II.20. -Resistencia Final.....	67
II.21. -Angulo de Contracto.....	70
II.22. -Adhesión a la Estructura Dentaria.....	73
III. - CONCLUSIONES.....	76
IV. - BIBLIOGRAFIA.....	79

## I.- "PROLOGO"

A través de la Historia sabemos que la Odontología es una -- Ciencia y un Arte, que se ha venido practicando hace mucho tiempo dentro de los límites de los progresos científicos de cada época, - en los que son evidentes la evolución y el progreso de las Cien-- ciencias de la Salud, al extremo de dar por cierto que el mundo Odon-- tológico no se agita, sino que se convulsiona por alcanzar desafi-- radamente nuevos avances en bien de la Humanidad.

Es evidente que la Tecnología de la Ciencia Odontológica no floreció de un día para otro ni como la conocemos en nuestros --- días, sino que ha evolucionado y progresado en la medida de las\_ posibilidades de los constantes esfuerzos de los Científicos In-- ciales y continuadores que se han preocupado por la Ciencia de la Salud Dental; conocimientos que engloban un sin número de téc-- nicas, preceptos y principios que rigen las diferentes materias -- que integran a la Odontología.

Por ello no es fácil en la actualidad abordar algún tema ---- de lo que es el campo Odontológico, dado que existe ya un marco universal que contiene todo cuanto se quiera aportar como nuevo\_ y lo único que se pretende honradamente es hacer remembranza - de los conocimientos ya aportados hace tiempo, por lo que deseo con honradéz y sinceridad que el presente tema de "LAS PROPIE\_ DADES DE LOS MATERIALES DENTALES" sea de utilidad, sin dejar de reconocer que para los conocedores de la Ciencia Odontológi-

ca represente solo una milésima parte de lo que es la Odontología.

Los materiales dentales en general tienen una función determinada que cumplir en la práctica del Cirujano Dentista y que por su especificidad cada uno tiene una aplicación y un sitio dentro de las diferentes ramas de la Odontología, por tanto es importante conocer física, química y biológicamente las propiedades de todos ellos, propiedades que nos habrán de ayudar en el buen ejercicio de la práctica Odontológica.

Anhelo que la presente recopilación de conocimientos extraídos de Obras reconocidas, sean de utilidad en alguna forma a mis compañeros Universitarios y a los estudiantes en general, exhortando a los futuros profesionales a no claudicar sino por el contrario a seguir luchando por adquirir más conocimientos para ser mejores profesionales, tomando como ejemplo los consejos desinteresados y valiosos de todos los Maestros que han contribuido en nuestra formación profesional.

Manifiesto el más profundo agradecimiento a nuestra "UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO" por la oportunidad que se me brindó para llevar a feliz término el mayor de mis anhelos - el de obtener la Carrera de Cirujano Dentista, en la que tuve la dicha de conocer la sinceridad y el apoyo desinteresado de mis compañeros y Maestros, quienes me demostraron no solo el inte--

(3)

rés por aprender asimilar los conocimientos sino también a --  
sobreponerme a los caminos difíciles de la vida con dignidad\_  
y ética profesional en bien de la Odontología y de la Humanidad.

**Severino Vidals Alonso**

(3)

rés por aprender asimilar los conocimientos sino también a --  
sobreponerme a los caminos difíciles de la vida con dignidad\_  
y ética profesional en bien de la Odontología y de la Humanidad.

Severino Vidals Alonso

## II. - LAS PROPIEDADES DE LOS MATERIALES DENTALES.

### II.1. - INTRODUCCION:

El conocimiento de las propiedades físicas, químicas y biológicas de los materiales dentales que utiliza el Odontólogo en su práctica clínica será el objetivo de este tema de: "LAS PROPIEDADES DE LOS MATERIALES DENTALES".

Los conocimientos en general de las propiedades de los materiales dentales, serán relatados en forma concreta sin llegar a su -- profundización para no caer en el error de proporcionar conocimientos que no estén íntimamente relacionados con los principios de la Ciencia Odontológica, lo cual pretendo sean de utilidad y aplicables en -- la práctica profesional.

En la práctica de nuestra profesión cada vez que se decide restituir una pieza dental o de todo el aparato gnatólógico, se efectúa -- primero la evaluación del tratamiento, considerándose la función -- que habrá de desempeñar y tomando en cuenta aspectos como la exactitud, sellado, resistencia, tensiones, elasticidad, elongación y -- muchas otras propiedades más, tanto físicas y químicas como biológicas de los materiales dentales, que nos permitirán decidir con criterio profesional, que material será el mejor y cómo y cuando debe aplicarse.

No existe un solo material universal para las restauraciones -- sino que se utilizan muchos de tipos diferentes y cada uno de estos materiales tiene cualidades que son convenientes y adecuadas para cada tratamiento restaurativo, por lo que la selección del material --



restaurador debe ser hecha antes de preparar al diente.

Es importante comprender las propiedades que distinguen a un material de otro, con objeto de diferenciar los factores involucrados en el proceso de selección de los tipos de restauraciones -- que se tendrán que hacer tanto en dientes anteriores como en posteriores, donde por ejemplo en anteriores las resinas combinadas están pigmentadas de manera tal, que concuerden con los dientes en aspecto y el factor resistencia se encuentra en segundo término ya que los dientes anteriores funcionalmente no están sometidos a fuerzas elevadas de oclusión y aunque son débiles por naturaleza estos materiales, su aspecto estético es excelente junto con su aceptable durabilidad.

Ahora en la restauración de un diente posterior sometido a fuerzas de oclusión considerablemente más grande es preferible una restauración metálica y no una resina combinada debido a que la resistencia es un factor importante de la oclusión, además de que en un diente posterior no se visualiza tanto y el factor estético no es tan importante.

Los materiales dentales son de una u otra forma utilizados tanto individualmente como combinados y así tenemos que en una porción coronaria de un diente anterior se fabrica una corona hecha en porcelana ya que este material tiene las propiedades de resistencia y estética.

(6)

Ahora bien si queremos reemplazar un diente o varios dientes faltantes en espacios cortos, los dientes adyacentes - deben ser preparados para recibir restauraciones pilares que soportarán al diente o dientes artificiales.

A menudo se emplean aleaciones de oro para trabajos - de puentes debido a su resistencia, pigmentación, mecánica y a la facilidad con que se les fabrica.

En conclusión, para elaborar cualquier tratamiento res- taurativo debemos tomar muy en cuenta las propiedades de los materiales dentales a utilizar.

## II.2. - PROPIEDADES ELECTRICAS:

Dentro de las propiedades eléctricas de los materiales en general encontramos un sin número de ellas, pero solo son dos las que enunciaré, el Galvanismo y la Corrosión.

### GALVANISMO

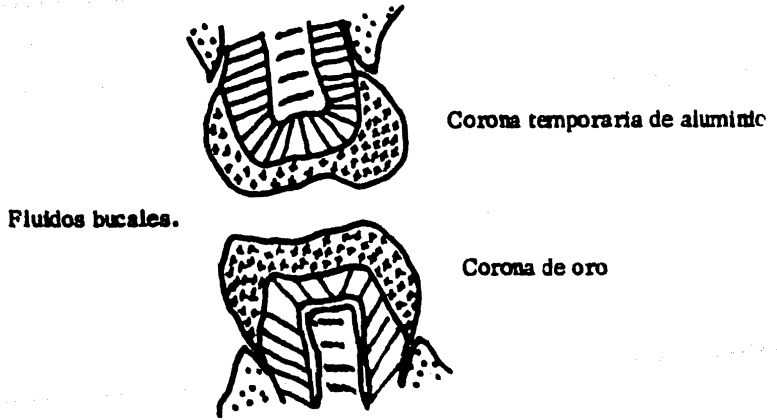
El galvanismo se produce debido a la presencia de metales distintos en la boca.

Los metales al ser colocados en un electrolito (líquido que contiene iones) tienen la tendencia a entrar en solución.

Por eso cuando a veces se utiliza el aluminio como corona temporal, tiene fuerte tendencia a entrar en solución y posee un potencial de electrodo de +1,33 voltios.

En cambio el oro tiene poca tendencia a entrar en solución y su potencial de electrodo es de - 1,36. Por ello cuando en un paciente colocamos dos metales distintos este no deja de reportarnos que siente descargas eléctricas, debido a los fluidos bucales que funcionan como electrolitos y el sistema es similar al de una celda eléctrica, ya que las restauraciones al ponerse en contacto la corriente fluye debido a que la diferencia de potencial es de 2,69 voltios y el paciente experimenta dolor. Es frecuente que los pacientes se quejen de un sabor metálico y el mismo efecto se puede experimentar si entre dos dientes queda atrapado un trozo de papel aluminio y este hace contacto con una restauración de oro. Para evitar este problema se deben colocar coronas de plástico ya que éstas son malas conductoras eléctricas.

**"GALVANISMO"**



**ESQUEMA DE DIENTES antagonistas con coronas de oro y temporaria de aluminio indicando como puede producirse galvanismo.**

**CORROSION:**

La corrosión se puede producir debido a la misma situación ya descrita cuando existen restauraciones adyacentes de metales distintos.

Como resultado de la acción galvánica, el material entra en -- solución y el efecto produce la formación de irregularidades y oquedades.

El efecto también puede producirse si la aleación de oro se -- contamina con un metal como el hierro, al manipularla en el laboratorio o debido a diferencias en la concentración de elementos de -- una parte de la restauración con respecto a otra.

La corrosión no solo se produce por los efectos ya descritos, sino también se produce como resultado del ataque químico a metales por parte de los componentes de los alimentos o de la saliva.

Ejemplo: La amalgama dental reacciona con sulfuros y cloruros que pueden estar presentes en la boca, lo que es evidente por la opacidad y decoloración que experimentan las amalgamas con -- el tiempo y a veces a este efecto se denomina pigmentación.

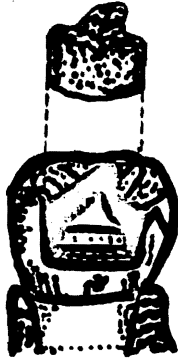
### II. 3. - "PROPIEDADES MECANICAS"

Es imprescindible tener un conocimiento de las fuerzas de oclusión para entender y comprender la importancia de las propiedades mecánicas de los materiales dentales. Pues la fuerza de oclusión máxima disminuye desde la región molar hasta la incisiva y las fuerzas de oclusión promedio sobre los primeros y segundos molares son de 60 kilogramos fuerza mientras que las fuerzas promedio sobre los premolares, caninos e incisivos es de 30, 25 y 20 kilogramos fuerza respectivamente.

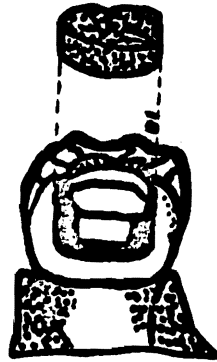
Los pacientes que tienen puentes fijos o prótesis removibles, las fuerzas máximas de oclusión disminuyen dado que cuando se reemplaza un primer molar con un puente fijo la fuerza de oclusión en el lado restaurado es de aproximadamente 25 kilogramos en comparación con los 70 kilogramos del paciente con su dentadura natural.

La fuerza promedio de oclusión en prótesis removibles parciales y completas que se conoce y que se ha medido es de poco más de 10 kilogramos, por tanto estos pacientes solo están en condiciones de aplicar el 19 % de la fuerza aplicable con la dentadura natural.

Incrustación para restauración  
de un diente posterior.



Base de cemento de-bajo de  
una restauración metálica .



Corona funda de  
porcelana .



Puente odontológico de  
3 unidades .

#### II. 4. - "CONDUCTIBILIDAD TERMICA"

El regimen de transmisión de calor a través de un sólido está determinado por la conductividad térmica del sólido y por la gradiente de temperatura.

En los metales a temperatura ambiente la buena conductividad térmica va siempre acompañada de buena conductividad eléctrica - por que la transmisión de calor en los metales se debe principalmente a los electrones libres.

En los sólidos con enlaces iónicos o covalentes, en que los electrones no poseen tanta movilidad, el calor es transmitido principalmente por los fonones.

Aun cuando los fonones se mueven a la velocidad del sonido, chocan bastante a menudo entre sí.

En los polimeros la transmisión de calor se debe a la rotación, vibración, o traslación molecular.

Algunos cristales no metálicos muy puros y perfectos que son conductores por fonones, poseen una conductividad térmica comparable a los metales en ciertos intervalos de temperatura

La conductividad térmica de grupos grandes de metales con un alto contenido de aleación en solución sólida es extremadamente baja, menos que un décimo de la del metal base puro. Por ejemplo - el acero inoxidable austenítico es practicamente un aislador térmico a casi cualquiera temperatura. Para estas aleaciones los átomos en solución sólida dispersan tanto a los fonones como a los electro-



nes y reducen la conductividad por la reducción de los caminos libres promedio.

De modo que la temperatura aumenta las energías y velocidades promedio de los fonones y electrones, mientras que sus caminos libres promedio disminuyen, excepto a bajas temperaturas. - Los dos fenómenos tienden a cancelarse mutuamente en los metales puros, y la conductividad térmica es esencialmente constante con la temperatura.

Los mejores aisladores térmicos son materiales muy porosos, esto se atribuye a la baja conductividad térmica del aire inmóvil en los poros.

En los hornos de alta temperatura se usa aislamiento de refractarios porosos o de polvo cerámico. Durante el uso prolongado a altas temperaturas, la mayoría de los refractarios tienden a sintetizarse, lo que conduce a un aumento de la densidad y a la pérdida de las propiedades aislantes.

El polvo fino de carbón es una excepción por ello es particularmente útil.

El mejor aislador de todos es el vacío, porque el calor puede transmitirse solamente por radiación, se usa para aislar envases de helio líquido y de nitrógeno líquido. A bajas temperaturas los materiales polimerizados se aproximan al comportamiento del vacío ya que el gas en los poros se congela dejando esencialmente -

huecos evacuados.

Cualitativamente los materiales tienen regímenes distintos de conducción de calor, siendo los valores en los metales más alto que en los plásticos y cerámicos.

Al reemplazar una parte de un diente con una restauración metálica como amalgama o una aleación de oro, el diente puede quedar temporariamente sensible a los cambios de temperatura que se producen en la boca. Los pacientes que usan aparatos de ortodoncia o prótesis completas de acrílico también notan reacciones diferentes a los que no utilizan esos aparatos.

La conductibilidad térmica se emplea como una medida del calor transferido y se define como el número de calorías que pasan durante un segundo a través de una superficie de  $1 \text{ cm}^2$  cuando la diferencia de temperatura a lo largo de una probeta es de  $1^\circ\text{C}/\text{cm}$ .

Este es un término cuantitativo algo complejo pero cualitativamente está relacionado con el régimen de transmisión del calor.

Es notablemente evidente que el esmalte y la dentina humana son malos conductores térmicos en comparación con las aleaciones de oro y la amalgama dental, aún cuando la conductibilidad de la amalgama es sustancialmente inferior a la del oro.

Los cementos de óxido de cinc-eugenol y de fosfato de cinc reemplazan aproximadamente a la estructura dentaria perdida en lo que toca a conductibilidad térmica. El motivo para usar cemen- tos como bases aislantes térmicas en cavidades profundas es -- obvio.

Aún cuando la dentina es un mal conductor, una capa delgada no provee suficiente aislación térmica a la pulpa al no ser que - se utilice una base de cemento debajo de una restauración metá- lica.

Los tratamientos restaurativos de acrílico y de plástico --- combinados tienen conductibilidad térmica comparable a la de la estructura dentaria y no presentan problemas en relación con es- ta propiedad.

Los barnices cavitarios poseen baja conductibilidad térmica así como los acrílicos sin relleno, pero se les emplea en capas\_ tan delgadas que no dan resultados efectivos como aislantes tér- micos.

TABLA DE CONDUCTIBILIDAD TERMICA DE LOS MATERIALES DENTALES:

Material:	Conductibilidad térmica (Cal/sec/cm <sup>2</sup> /(°C/m))
Aleación de oro.	0.710
Amalgama dental.	0.055
Cemento de fosfato de cinc.	0.0028
Porcelana.	0.0025
Plásticos combinados.	0.0025
Esmalte.	0.0022
Dentina humana.	0.0015
Cemento de óxido cinc-eugenol.	0.0011
Acrílico sin relleno.	0.0005

## II. 5. -"CAMBIO DIMENSIONAL"

El conservar las dimensiones de los materiales que se utilizan en los procedimientos dentales, es de suma importancia, dado que al tomar una impresión y obtenerse los modelos se reproducirán los registros bucales de los que se debe lograr un máximo de exactitud.

El cambio dimensional se expresa comunmente como porcentaje de una longitud o volumen original.

El cambio dimensional volumétrico es más difícil de medir y se asume por lo general que el cambio dimensional volumétrico es de tres veces mayor que el cambio dimensional lineal para un material en particular.

El resultado clínico de una restauración de amalgama está basado en las propiedades que la amalgama desarrolla como consecuencia de su manipulación y son las de cambio dimensional, de resistencia, escurrimiento, pigmentación y corrosión.

A medida que se endurece la amalgama se produce un cambio dimensional que hace que ésta tienda a expandirse o contraerse de acuerdo con su manipulación.

Nunca son deseables ni la expansión ni la contracción si son exageradas, porque demasiada expansión en una preparación de clase I puede producir sensibilidad posoperatoria o protrusión de la restauración hacia el exterior de la cavidad; lo mismo una

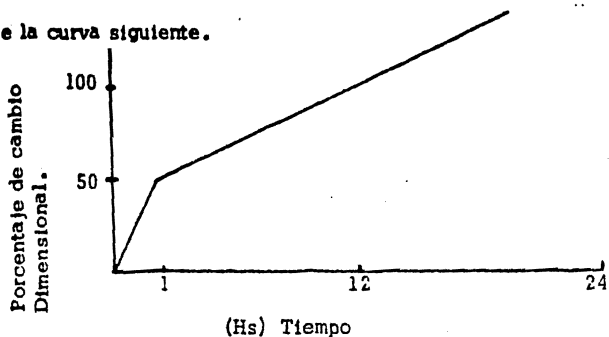
contracción excesiva en una preparación de clase I puede separar a la amalgama de las paredes cavitarias y permitir la filtración marginal.

La incorrecta manipulación de la amalgama puede conducir a un cambio dimensional exagerado que se traduce en excesiva solución o excesiva cristalización.

La mayoría de las amalgamas modernas experimentan una ligera contracción al cabo de 24 horas.

En la silicona para impresiones se observa en 24 horas --- mayor cambio dimensional que en los mercaptanos y esto está vinculado con la evaporación del alcohol producido en la reacción.

La disminución en el cambio dimensional se produce al --- aumentar el contenido de relleno y la mayor parte del cambio dimensional se produce en la primera hora posterior al fraguado y el porcentaje de los valores de cambio dimensional a las 24 horas; tanto para los siliconas como para los mercaptanos sigue la curva siguiente.



La estabilidad dimensional de los poliesteres es intermedia entre los valores de los silicones y los mercaptanos pero el valor a las veinticuatro horas es  $-0,30\%$  y está mucho más cerca del  $-0,25\%$ , de los mercaptanos regulares.

La estabilidad de las impresiones de poliester en agua no es tan buena como en las silicoonas o polisulfuros.

Los valores de deformación permanente de los mercaptanos está entre  $2\%$  y  $3\%$ , obtenidos cuando se mantiene el material bajo una compresión del  $12\%$  durante 30 segundos, indican que el material no es perfectamente elástico y la compresión al retirarlo de la boca debe ser mínima.

La deformación permanente de los mercaptanos es ligeramente mayor a la de los hidrocoloides pero los materiales que tienen valores inferiores a  $4\%$  son aceptables.

Los valores de estabilidad dimensional indican que el mercaptano no se contrae entre  $0,1\%$  y  $0,3\%$  durante las 24 horas y por ello los modelos y troqueles deben prepararse rápidamente.

Existen estudios que indican que la exactitud se mejora si los modelos y troqueles se preparan después de dejar pasar 30 minutos desde el retiro de la impresión, pero ciertamente no se debe demorar más.

Los materiales con cambios dimensionales de menos de  $0,4\%$  han demostrado ser clínicamente satisfactorios.

## II. 6. - "CAMBIO DIMENSIONAL TERMICO"

Todos los materiales restauradores están sometidos en la cavidad oral a cambios de temperatura y estos cambios se traducen en cambios dimensionales como también en la estructura -- dentaria vecina.

La expansión térmica de la restauración al no concordar -- con la estructura dentaria, la diferencia origina filtración de -- fluidos bucales entre la restauración y el diente.

La expansión térmica lineal de los materiales puede ser -- medida determinando la diferencia de longitud de una probeta -- a dos temperaturas diferentes.

La expansión térmica lineal se expresa en forma de un coeficiente de expansión térmica que se calcula como sigue:

FORMULA:

$$\left( \frac{l_2 - l_1}{l_1} \right) \div (t_2 - t_1) = \text{Coeficiente de expansión térmica -- lineal.}$$

El primer término convierte el cambio a unidad de longitud y el segundo a unidad de temperatura. El valor representa el --- cambio de longitud por unidad de longitud y por cada grado de -- temperatura.

**TABLA DE COEFICIENTE DE EXPANSION TERMICA LINEAL DE MATERIALES DENTALES EN EL RANGO DE ENTRE 20°y 50°C.**

Material.	Coefficiente (x 10-6/°C)
Porcelana	4-14
Diente humano.	10-15
Aleaciones de Oro.	12-15
Plasticos combinados.	20-30
Amalgama dental.	22-23
Acrílico sin relleno.	30-90

Como podrá observarse el coeficiente de expansión térmica no es uniforme para cualquier rango de temperatura y por lo general es mayor en los líquidos que en los sólidos. También para un sólido determinado como la cera dental, el coeficiente de expansión térmica no es uniforme en todos los rangos de temperatura y aumenta generalmente en algún punto a medida que se aumenta la temperatura.

En la tabla anterior encontramos que los valores para la amalgama y los plasticos combinados son aproximadamente el doble que los del diente humano. Los valores para los plasticos sin relleno son entre cinco y nueve veces mayores que los del diente. Los de la porcelana entre la mitad y un tercio y en las aleaciones de Oro aproximadamente igual al diente humano.

Si en un diente con una restauración de clase I se enfría al beber un líquido frío, el plástico sin relleno se contrae notablemente mas que el diente y se produce un pequeño espacio entre los dos materiales.



Los fluidos pueden penetrar en este espacio y cuando la --  
temperatura vuelve a sus valores normales éste fluido es forzado  
a salir del espacio. El fenómeno anterior se le denomina filtra--  
ción y se produce este efecto en mayor o menor grado en todos  
los materiales restauradores de acuerdo con la relación entre el\_  
coeficiente de expansión térmica del material y del diente.

## II.7. - "SOLUBILIDAD Y SORCIÓN"

La solubilidad de los materiales dentales en la boca así como la sorción (adsorción + absorción) de los fluidos por parte del material son importantes como criterio de selección.

Los materiales dentales en la boca son cubiertos por placa y están por consiguiente expuestos a diversos ácidos y materia orgánica.

La solubilidad y la sorción pueden ser registrados de dos maneras, una es en porcentaje de peso de material soluble o "sorbido" por unidad de superficie, ejemplo: miligramos por centímetro cuadrado.

La sorción (combinación de absorción y adsorción) de los acrílicos para restauraciones sin relleno es aproximadamente 2 mg/cm<sup>2</sup> al ser medida en un disco de 0,5 mm de espesor y 50mm de diámetro.

La solubilidad de estos materiales después de 14 días en agua es alrededor de 0,2 mg/cm<sup>2</sup>. La solubilidad de los acrílicos es mucho más baja que la de los silicatos que tienen valores de 3,5 mg/cm<sup>2</sup> después de solo 7 días en agua.

## II.8. - "DEFORMACION MECANICA"

El cambio de longitud o deformación por unidad de longitud que se produce cuando un material es sometido a la acción de una fuerza se denomina DEFORMACION MECANICA.

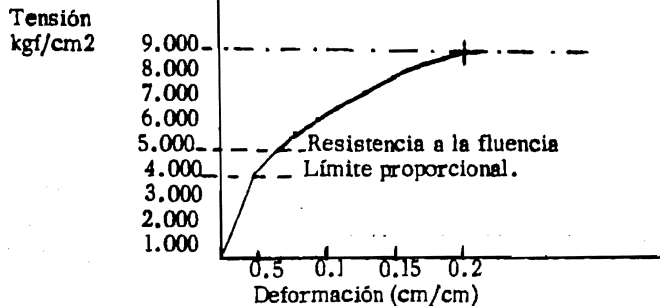
$$\text{Deformación Mecánica} \text{ -- } \frac{\text{Deformación}}{\text{Longitud}}$$

Esta cantidad es más fácil de visualizar que la tensión -- toda vez que se la puede observar.

Ejemplo: Si una banda de goma de 1 cm de longitud es estirada 0.5 cm. la deformación mecánica es  $\frac{0,5 \text{ cm}}{1 \text{ cm}}$  o 0,5. --

Obsérvese que las unidades de deformación mecánica carecen de dimensión.

CURVA DE TENSION-DEFORMACION DE UNA ALEACION DE ORO DENTAL.



Algunas sustancias empleadas en Odontología como los -- materiales para impresión a base de elastómeros experimen-

tan deformación considerable al ser sometidos a fuerzas mientras otros como las aleaciones de oro o el esmalte dental experimentan poca deformación bajo la acción de fuerzas.

La representación gráfica de los valores de tensión y los correspondientes de deformación se conoce con el nombre de curva tensión-deformación.

Dicha curva se puede obtenerse bajo compresión, tracción o corte,

La gráfica anterior nos muestra un ejemplo de curva tensión-deformación bajo tracción de una aleación de oro de uso odontológico.

La curva tensión-deformación es importante para seleccionar materiales dentales.

La mencionada curva es una línea recta hasta una tensión de alrededor de 4000 kgf/cm<sup>2</sup> después de lo cual se hace cóncava hacia el eje que indica las deformaciones. La curva termina en una tensión de 9000 kgf/cm<sup>2</sup> y una deformación de 0.2 debido a que la probeta se rompió.

## II. 9. - "TENSION SUPERFICIAL"

Los efectos de ciertos compuestos que se conocen como agentes dispersantes, emulsificadores, agentes humectantes o detergentes, estan bastante asociados con los fenómenos de superficie, -- los cuales son controlados e influenciados por varias leyes físicas, de modo tal que es demasiado complicado exponerlos en su totalidad.

Existen muchos conocimientos sobre las acciones y el comportamiento de estos agentes activos de superficie y sus efectos sobre los líquidos o las superficies con las que entran en contacto, gracias a los estudios que se han hecho sobre la tendencia de estas -- sustancias a concentrarse en los límites superficiales y a las -- investigaciones extensas del efecto que ellos tienen sobre la tensión superficial del sistema.

La tensión superficial de un líquido es una de las propiedades básicas de mayor importancia y puede sufrir alteración por diferentes factores.

En forma general la tensión superficial de un líquido puede ser disminuida efectivamente por el agregado de un soluto, pero no puede aumentarse en forma apreciable.

El agua tiene una tensión superficial relativamente alta. la -- que se reduce significativamente por la adición de pequeñas car-

tidades de jabón o detergentes modernos.

La tensión superficial se mide en términos de fuerza por centímetro de superficie líquida y las unidades empleadas son las dinas por centímetro.

EJEMPLO: El agua a 20°C, el valor de la tensión es de - 72,8 dinas por cm y a la misma temperatura, la Bencina tiene un valor de 29 dinas/cm, el Alco hól 22 dinas/cm, el Eter 17 dinas/cm.

En contraste el mercurio a 20°C tiene una tensión superficial de 465 dinas/cm.

Los valores para cada sustancia sufren la influencia de factores tales como la temperatura, la pureza y los métodos de medida.

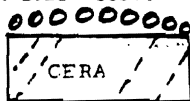
En general la tensión superficial de todos los líquidos se reduce cuando aumenta la temperatura.

EJEMPLO: El agua en dinas por cm es de 76 a 0°C, - 72 a 25°C, 68 a 50°C y 59 a 100°C. Otros líquidos - - - también responden de la misma manera a los cambios térmicos.

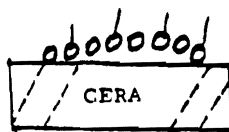
La tensión superficial de los líquidos también puede reducirse por la presencia de impureza, algunos de los cuales son sumamente efectivas aún en mínimas canti-

Los detergentes modernos como el Sulfato Lauril Sódico o los compuestos de los jabones, incluyendo el Estearato y el Aleato de Sodio, que poseen cadenas largas de Hidrocarburos unidas a los grupos Hidrofilicos (-COONa), son particularmente efectivos en la reducción de la tensión superficial del agua.

En el siguiente diagrama se representa el esparcido de agua pura y de agua conteniendo moléculas de jabón sobre cera.



O = Agua.



o = Jabón.

En el diagrama anterior se muestra un ejemplo de la efectividad del aleato de sodio utilizado en concentraciones mínimas. Puede observarse que la tensión superficial se reduce aproximadamente a la mitad, solo por adicionar un 0.02 %, ó 0.2 g de soluto por mililitro de agua.

Aún cuando soluciones como éstas pueden tener algunas variaciones en los valores específicos debido a ciertas variables como el método de medida, el tiempo que pasa la solución antes de los ensayos y -

otros, los resultados son de utilidad para indicar la influencia que tiene la concentración de un agente -- activo de superficie, sobre la tensión superficial y\_ las propiedades con ella coherentes.

De tal modo que como estos agentes activos de su perficie afectan la tensión superficial, se puede explicar el hecho de que tienden a concentrarse o a reunirse en el límite líquido-aire, o en otras interfaces o superficies. De modo que estas moléculas ocupan posiciones superficiales en la línea agua-aire, desplazan a las moléculas superficiales de agua para reducir la fuerza cohesiva entre ellas por encima del área superficial, ya que la cohesión entre el agua y\_ el agente activo superficial es menor que entre agua\_ y agua.

En el diagrama representativo de un esparcido de agua pura y de agua conteniendo moléculas de jabón -- sobre cera, nos demuestra el efecto de que la presencia de moléculas del agente activo de superficie en la capa superficial, reduce el empuje de las moléculas de la superficie hacia la masa líquida o sea que\_ se disminuye la tensión superficial y aumenta la humedad, la emulsión y la espuma que son características de la solución.



El aumento en la capacidad de los sólidos de -  
humedecerse con los líquidos de tensión superficial\_  
reducida, es de vital importancia en muchas aplica--  
ciones dentales.

El poder humectante de un líquido se representa  
por la tendencia a esparcirse sobre la superficie --  
del sólido.

Es muy frecuente en operaciones Dentales restau\_  
radoras la necesidad de elaborar patrones de cera --  
que se habrán de humedecerse con agua o suspensiones  
acuosas de ciertos materiales, como yeso o revesti--  
miento de colados.

La cera es un material impermeable que no se mo\_  
ja fácilmente con el agua, por cuyo motivo se coloca  
sobre ella pequeñas cantidades de una solución dilui\_  
da de un agente humectante para ayudar al esparcido\_  
de las mezclas acuosas en las operaciones posterio--  
res.

En el mencionado diagrama vemos también una --  
comparación de agua sobre cera y agua con un agente\_  
humectante. Esta observación de humedecimiento de --  
los sólidos por el agua es muy importante tenerlo --  
presente en el investido de los patrones de cera pa-

ra colado de incrustaciones así como para aumentar - la eficacia de otras aplicaciones de detergentes para reducir la tensión superficial de ciertas soluciones de agentes terapéuticos o químicos empleados en tratamientos superficiales de los tejidos blandos de la cavidad oral, mejorando el humedecimiento de la superficie.

El humedecimiento de las partículas de aleación de amalgama plata-estaño por el mercurio líquido en el comienzo de la formación de la amalgama dental, - es un ejemplo de un metal humedeciendo otra superficie metálica, con el cual se sabe que los principios de la tensión superficial de los líquidos se aplican del mismo modo que si se tratara de soluciones acuosas sobre superficies vítreas.

La tensión superficial de los metales es bastante alta si se la compara con la de otros líquidos, - lo que indica que existen mayores fuerzas de cohesión entre los átomos de metal líquido en la superficie líquido-aire, que entre las moléculas de los compuestos líquidos, como el alcohol o el agua.

La tensión superficial de la mayoría de los metales, excepto el mercurio, no se puede medir a la temperatura ambiente debido a los puntos de fu-

sión altos.

La tensión superficial de los metales fundidos como la de otros líquidos se reduce con un aumento de la temperatura. De tal suerte que en el caso de los colados metálicos, el aumento de la temperatura a la cual debe calentarse el metal ayudará a producir detalles nítidos en el colado. Lo anterior hace suponer que el metal no se oxida excesivamente o que no se ve perjudicado de alguna manera por el calentamiento prolongado a elevada temperatura. Con la presencia de un fundente apropiado ayudará a evitar el daño durante el calentamiento.

## II.10. "RELAJACION"

RELAJACION es un fenómeno en que las fuerzas interatómicas no estarán en equilibrio y habrá tensiones y deformaciones presentes, las cuales se pueden relevar o hacer desaparecer por difusión.

El regimen de relajación aumenta con el aumento de la temperatura. Por ejemplo: Si doblamos un alambre y luego se lo calienta a temperatura alta, se observará que tenderá a enderezarse. A la temperatura ambiente toda relajación de este tipo es ilegible. Por otra parte, existen muchos materiales dentales no cristalinos como ceras, resinas, gomas, etc., que después de haber sido doblado o moldeados, pueden relajarse durante su almacenamiento a la temperatura ambiente.

Por lo antes observado se deberá tener especial cuidado y atención a este fenómeno toda vez que los cambios dimensionales debido a la relajación provocan una imperfección en los aparatos dentales.

## II.1.1.- "DIFUSION"

La difusión de moléculas en gases y líquidos es evidente pero existe la posibilidad de que las moléculas o los átomos - también difunden en el estado sólido.

Como sabemos todos los átomos están en constante vibración alrededor de un centro y el promedio de la energía cinética de la vibración en la totalidad del cristal está relacionado a la temperatura.

En cero absoluto la vibración cesa, la energía tiene valor cero y los átomos ocupan sus centros de vibración.

A temperaturas normales la cantidad de energía cinética de los átomos se puede localizar y varía de átomo a átomo. No todos los átomos poseen una misma cantidad de energía, por lo que algunos tienen más energía o sea mayor amplitud de vibración que otros.

Por lógica es posible que los átomos con mayor energía sean capaces de desplazar a aquellos con niveles de menor energía y por lo tanto cambiar sus posiciones en el reticulado espacial. La energía requerida para tal movimiento o difusión se conoce como energía activante.

En cualquier difusión los átomos o las moléculas difunden en el estado sólido en un intento de producir equilibrio.

Ejemplo: Una concentración de moléculas de azúcar en solución tiende a difundirse para proveer una igualdad de concentración.

Lo mismo sucede en una concentración de átomos en un metal. Pero también la difusión puede ser de otra manera produciendo una concentración de átomos en una solución y como ejemplo tenemos que si el azúcar en el agua se hace sobresaturada las moléculas de azúcar difundirán unas hacia otras y el azúcar cristaliza independiente de la solución. Del mismo modo demasiados átomos de cobre en una aleación sólida de cobre y plata pueden ocasionar una sobresaturación y una difusión de átomos de cobre para aumentar la concentración de cobre que se precipitará.

Los regímenes de difusión para cualquier sustancia dada depende esencialmente de la temperatura. Cuanto más alta sea la temperatura tanto mayor será el régimen de difusión. La difusión variará con el tamaño del átomo o sea que a menor tamaño del átomo, menor energía activante.

La constante de difusión es únicamente característica de un elemento dado, compuesto, cristal, etc. y se conoce como coeficiente de difusión.

Los coeficientes de difusión de la mayoría de los sólidos cristalinos a la temperatura ambiente son muy bajos.

La difusión de los metales dentales es tan baja a la temperatura ambiente que no se puede detectar. Sin embargo a unos pocos cientos de grados de mayor temperatura, las propiedades del metal se pueden cambiar radicalmente por difusión atómica.

## II.-12.- "LIMITE ELASTICO"

Al iniciarse la prueba de tensión, el material se deforma elásticamente; esto significa que, si la carga se elimina, la muestra recupera su longitud original.

Se dice que el material sobrepasó su límite elástico cuando la carga es de magnitud suficiente para iniciar una deformación plástica, esto es no recuperable, o sea el material no recupera su longitud original si se elimina la carga aplicada.

Siempre existe una porción elástica del alargamiento total que se recupera, pero, durante la deformación plástica, se conserva un alargamiento neto.

De modo que la muestra continúa alargándose, el esfuerzo ingenieril aumenta y se dice que el material ha sufrido un endurecimiento por trabajo o deformación.

El esfuerzo alcanza su máximo en el valor de resistencia máxima a la tensión. En este valor de esfuerzo se forma en la probeta una constricción o cuello, la cual es una reducción localizada en el área de la sección transversal, en lo que se concen



tra todo el alargamiento posterior. Una vez formada esta constricción, el esfuerzo ingenieril disminuye al aumentar la deformación y continúa disminuyendo hasta que la muestra se rompe.

En aquellos materiales que se rompen sin formar una constricción, el valor de resistencia máxima a la tensión y el valor de esfuerzo de fractura son iguales.

Sin embargo, cuando existe formación de cuello, la carga para fractura es menor que la carga para resistencia máxima a la tensión.

Para metales y materiales cerámicos, la relación entre esfuerzo y deformación en la región elástica es lineal y la ecuación que la describe recibe el nombre de Ley de Hooke:  $\sigma = E\epsilon$  en donde E es una constante llamada módulo de Young.

En metales y materiales cerámicos la máxima deformación elástica que se puede obtener es menor a 1/2 por ciento. En el hule y otros elastómeros, la relación entre esfuerzo y deformación no es lineal, y se pueden producir deformaciones elásticas recuperables en varios cientos de porcentaje. El valor de

esfuerzo en el cual la deformación ya no se observa elástica sino plástica, es aquél en el cual la pendiente de la curva de esfuerzo contra deformación - ingenieril se desvia del módulo elástico.

Por las dificultades que existen para determinar este valor con exactitud, se usan con frecuencia varias aproximaciones. La más común de estas es el esfuerzo de cedencia convencional, definido por el valor del esfuerzo que produce una deformación plástica de 0.2 %.

En aceros de bajo carbono y otras aleaciones, la deformación plástica principia en el punto mínimo de cedencia. Este comportamiento se debe a la deformación no homogénea que principia en una área de concentración de esfuerzos y se propaga a través de la muestra en forma de bandas visibles a simple vista.

Durante la deformación elástica existe un ligero cambio en el volumen del metal o la muestra de material cerámico. Sin embargo, durante la deformación plástica no hay cambio en el volumen de la muestra, siempre que éste se mida sin aplicar carga.

Cuando un material se alarga, su sección transversal tiene, por fuerza, que disminuir. Durante la deformación elástica, este cambio es despreciable, mientras que en el transcurso de la deformación plástica la reducción en el área transversal puede ser considerable. Por tal razón, cuando se trata de deformación plástica, se prefiere volver a definir "Esfuerzo" y "Deformación" y emplear las expresiones "esfuerzo real" y deformación real". El esfuerzo real se define como la razón de la carga aplicada a la muestra, al valor instantáneo del área mínima soportando esta carga.

La deformación real se define como la integral de la razón de un incremento en longitud a la longitud instantánea de la muestra.

Los resultados de la prueba de tensión son de gran utilidad para el diseñador. En la mayoría de las estructuras solo debe existir deformación elástica; entonces, conocer el límite de fluencia determina la carga máxima aplicable con seguridad.

Muchas técnicas de fabricación, como de laminado, estirado de alambre y troquelado, dependen en la

habilidad del metal para soportar una deformación -  
plástica considerable antes de romperse. En ese ca-  
so, es vital conocer la durabilidad y la velocidad\_  
de endurecimiento del material con que se trabaja.

### II. 13. - "LIMITE PLASTICO O LIMITE DE DEFORMACION PLASTICA"

La resistencia de un cuerpo cristalino a la deformación elástica o plástica depende de las fuerzas de unión entre los átomos. Sin embargo, el proceso discreto que produce deformación plástica comprende las imperfecciones puntuales, lineales y de superficie.

Después de la deformación plástica de un cristal, se puede observar que su superficie ha sido cubierta por uno o más grupos de líneas delgadas y paralelas y si las amplificamos se encuentra que éstas líneas de deslizamiento, resultan de un desplazamiento reactivo de los planos cristalinos a través de distancias cuya magnitud es de 20 a 500 diámetros atómicos.

Cuando un material cristalino sufre una deformación plástica, se vuelve más resistente; esto es, se endurece por deformación o trabajo y se requiere un aumento en esfuerzo para continuar deformándolo.

El término recuperación es un nombre genérico que se refiere a aquellos procesos que producen una reducción en el esfuerzo requerido para flujo plástico. Esta categoría corresponde cualquier proceso que conduce a una reducción en el número de dislocaciones, por aniquilación o por ordenación en configuración de --

baja energía, tales como los sublímites de grano.

Los dos procesos principales que producen recuperación son el deslizamiento cruzado y el escalamiento de las dislocaciones.

El deslizamiento cruzado es esencialmente un proceso dinámico, o sea la mayor parte de la energía requerida debe ser proporcionada por un esfuerzo externo. Una dislocación puede evitar obstáculos deslizándose en forma cruzada fuera de su plano de deslizamiento. Por otra parte una dislocación que efectúa un deslizamiento cruzado, a menudo encuentra otras de signo opuesto en un plano adyacente, con lo cual se aniquilan una a otra dejando una región de red cristalina perfecta.

El escalamiento es un proceso activado térmicamente que requiere la migración de vacancias. La velocidad a la cual se efectúa la recuperación por escalamiento de dislocación es proporcional a tres factores de frecuencia térmica.

- a) Velocidad de formación de vacancias,
- b) Velocidad de equilibrio por formación de codos.
- c) Velocidad de movimientos de vacancias hacia el codo.

El problema de fluencia es decir la cantidad de deformación que puede sufrir un material bajo condiciones de es--

(43)

fuerzo constante, como una función de tiempo y temperatura, es de vital importancia práctica.

Fluencia se define como la deformación continua o dependiente en tiempo, de un material bajo un esfuerzo o carga constante.

Contrastando a la deformación bajo condiciones de velocidad de deformación constante, la magnitud y velocidad de la deformación durante la fluencia son determinados por el mismo material de acuerdo con las condiciones de esfuerzo y temperatura a que está sometido.

Debido que los materiales cristalinos se endurecen en el proceso de deformación, una deformación continua bajo un esfuerzo constante implica recuperación.

La velocidad de fluencia o sea velocidad de deformación es el resultado de un balance entre los procesos de endurecimiento y recuperación.

Los dos procesos cristalinos más importantes activados por esfuerzo y temperatura son el deslizamiento cruzado y el escalamiento ya explicados con anterioridad.

A temperatura baja la velocidad de fluencia continúa disminuyendo con el transcurso del tiempo, excepto que el esfuerzo sea de una magnitud semejante al esfuerzo de resistencia máxima. En función de la recuperación, el número de zonas en las cuales el deslizamiento cruzado puede ayudar al deslizamiento de aniquilación de dislocaciones, finalmente se agota.

En ese instante el material se ha endurecido y puede soportar el esfuerzo aplicado, con lo cual la velocidad de fluencia primaria se prosigue por un período de extensión a velocidad de deformación constante; este período se llama fluencia secundaria. Durante esta etapa la velocidad de endurecimiento está exactamente compensada por la de recuperación. En estas condiciones la resistencia a la fluencia que posee la estructura, adquiere su valor máximo.

La fluencia terciaria se produce debido a la formación de un cuello a la acumulación de huecos, en especial en los límites de grano.

El deslizamiento de los límites de grano, contribuye también en forma secundaria, pero significativa, a la deformación de fluencia a temperaturas elevadas. Bajo cualquier circunstancia, la fractura termina el proceso de fluencia terciaria.



## II.14. - "CORROSION"

Los metales en el medio ambiente experimentan reacciones químicas con los elementos no metales para después formar compuestos químicos. Por lo general se les conoce como productos de corrosión y son capaces de acelerar, retardar o no tener influencia sobre la subsecuente deterioración de la superficie del metal.

Lamentablemente, la mayoría de los metales que más se utilizan ofrecen dentro de circunstancias normales poca o ninguna protección contra los productos de corrosión.

Uno de los principales requisitos para todo metal o aleación que esté destinado a convivir en el medio bucal, es que no debe ocasionar productos de corrosión que perjudiquen a la estructura metálica. Si la acción de la corrosión no es muy pronunciada, por lo general pasa desapercibida debido a que sus productos no son deletéreos. Pero sin embargo si se presentan en forma manifiesta no solo nos llevan a la pérdida de las cualidades estéticas, sino también a la alteración de las propiedades físicas de una aleación de manera tal para debilitar o fracasar la restauración dental.

Desgraciadamente las condiciones del medio bucal son favorables para la formación de productos de corrosión. La boca es húmeda y está continuamente sujeta a las fluctuaciones de temperatura y los alimentos y los líquidos que se ingeren tienen un pH variable.

Con frecuencia los restos alimenticios se adhieren tenazmente a las restauraciones metálicas y crean condiciones sumamente propicias para producir una reacción acelerada entre los productos de corrosión y el metal. Todos los factores ambientales enunciados contribuyen al proceso degradante llamado corrosión. Siendo el Oro el que resiste el ataque químico de esta naturaleza con éxito y por tal razón es evidente que por ser el más noble de los metales sea utilizado desde los inicios de la Odontología para la construcción de restauraciones dentales.

La corrosión no es un mero depósito; en realidad es una deterioración de un metal producida por su reacción con el medio ambiente. La desintegración del metal se ocasiona por la acción de la humedad de la atmósfera, de las soluciones alcalinas o ácidos y de ciertos compuestos químicos, por lo general la pigmentación es la precursora del proceso más serio de corrosión.

La película que se deposita y produce la pigmentación puede con el tiempo formar o acumular elementos o compuestos que atacan químicamente la superficie metálica.

**EJEMPLO:**

Los huevos y algunos otros alimentos contienen cantidades significativas de azufre.

Muchos sulfuros como el de hidrógeno o de amonio, - - corroen la plata, el cobre, el mercurio y otros metales similares que están presentes en las aleaciones dentales y en las amalgamas.

El Oxígeno, el Cloro y Ácidos como el Fosfórico, el Acético y Láctico, suelen también ser habituales en el medio bucal. Si estos logran la concentración y el pH óptimos, es factible la corrosión.

De todos los elementos y compuestos, es posible que el que más influya sobre las restauraciones dentales metálicas habituales sea el Azufre. De tal manera que el contenido de Azufre de los alimentos y el de la saliva pueda explicar la marcada corrosión que a menudo se nota en la cavidad oral de los pacientes, aún en el caso de que practiquen una buena higiene oral.

El mecanismo íntimo de la corrosión es, por lo común, complejo y no del todo conocido. Cuanto menos homogéneo es un metal o una aleación y más complejo es el medio que los rodea, tanto más complicado es el proceso de la corrosión.

La composición, el estado físico y la condición de la superficie del material metálico, así como también los componentes químicos del medio circundante, determinan la naturaleza de las reacciones de corrosión.

Otras variables significativas que afectan el proceso de corrosión son la temperatura, fluctuación, movimiento o circulación del medio que está en contacto con la superficie metálica y la naturaleza y solubilidad de los productos de la corrosión.

Las reacciones de corrosión se clasifican en corrosión química y corrosión electrolítica.

La corrosión química se produce por la combinación directa del metal con los elementos no metálicos y las reacciones más comunes de esta son la oxidación, la halogenación o la sulfuración.

EJEMPLO: La decoloración de la plata por el Azufre.

En la cavidad oral, los sulfuros de algún modo son los causante más comunes de la corrosión química.

No es común que la corrosión química se presente aislada, invariablemente viene acompañada por el otro tipo de corrosión o sea la de corrosión electrolítica.

La corrosión electrolítica se produce por el paso de una corriente eléctrica.

Hay dos clases de corrosión electrolítica. En algunos -- casos existe una combinación directa entre los elementos metálicos y los no metálicos. En otros, el Hidrógeno del Agua o de los Ácidos disuelve y reemplaza el metal, o bien el metal es reemplazado por otro metal de una solución salina.

Los primeros se los conoce como corrosión SECA y a los segundos donde ocurre una sustitución y se realiza en -- presencia de humedad, se los llama corrosión HUMEDA.

Sin embargo los dos tipos son de cualidades electrolíticas y dependen de la acción de las células electrolíticas sobre la superficie del metal.

Por razones de que la cavidad es un medio húmedo, en la literatura dental se enfoca con mayor atención el término de corrosión húmeda electrolítica.

Para poder entender el fundamento de la corrosión electroquímica es importante tener presente la serie electromotriz de los elementos. Esta clasificación no es sino un ordenamiento de los elementos de conformidad con sus tendencias a la disolución. El valor del potencial se calcula en soluciones que contienen un peso atómico, en gramos de iones de 1.000 gramos de agua a 25°C.

Estos potenciales patrones se pueden considerar como la tensión de las células electroquímicas en las que uno de sus polos es el electrodo hidrógeno que, arbitrariamente se le asigna el valor cero, y el otro el electrodo constituido por el elemento que se estudia. El signo del potencial de electrodo indica la polaridad en cada célula.

De acuerdo con ésta teoría, si en un electrolito se sumergen dos metales se los conecta por medio de un conductor eléctrico, se forma una cupla eléctrica y el metal que tiene más bajo potencial de solución entra en solución.

La intensidad y la duración de la corriente depende principalmente de los potenciales de electrodo de cada uno de los metales en particular.

Este fenómeno se observa cuando la disolución del electrodo zinc en una célula voltaica está en contacto eléctrico con

(51)

el cobre o con cualquier otro metal que tenga un potencial --  
de electrodo mayor.

## II-15. - "PIGMENTACION"

Pigmentación es una decoloración superficial de un metal que puede o no ir acompañada con una ligera pérdida o alteración de la superficie terminada o pulida.

Por lo general, la pigmentación en la cavidad bucal se produce por la formación de depósitos duros o blandos sobre la superficie de la restauración.

El principal depósito duro lo constituye el sarro y su coloración varía desde el amarillo claro al castaño. Cuanto mayor tiempo permanezca adherido más oscuro es. Su coloración varía de acuerdo con la higiene del paciente, y es particularmente más oscuro en las bocas de fumadores empadernados.

Los depósitos blandos son placas o películas compuestas principalmente de microorganismos y mucina.

La pigmentación o la decoloración proviene de los pigmentos producidos por las bacterias, por las drogas que contengan elementos químicos como hierro o mercurio y por la absorción de la descomposición de restos alimenticios.

Los depósitos blandos y duros, y por tanto la pigmen--



ración, se pueden localizar en cualquier lugar de la cavidad oral, pero preferentemente en las partes que no están al -- alcance de la acción abrasiva de los alimentos y del cepillo para dientes.

Aun cuando estos depósitos constituyen la principal - causa de las pigmentaciones en la boca, las decoloraciones\_ superficiales también pueden provenir de delgadas pelculas de óxidos, sulfuros o cloruros. El fenómeno puede ser en-- tonces simplemente un depósito sobre la superficie, o bien\_ el primer paso de un proceso más serio de corrosión.

## II. -16. - "OXIDACION"

La utilización práctica de muchos materiales, particularmente a temperaturas elevadas, está limitado con frecuencia por una reacción perjudicial con el medio ambiente que lo rodea.

La tendencia de un metal a reaccionar con el oxígeno indicado por el cambio de energía libre que acompaña a la formación de su óxido.

La oxidación tiene lugar si va acompañada por un decremento de la energía libre. Inversamente, el metal no se oxidará cuando la energía libre de formación del óxido es positiva.

La mayoría de los metales siguientes, muestran una -- energía libre de formación del óxido negativa y por ello reaccionan con el oxígeno. En realidad, la mayoría se presenta en la naturaleza como óxidos u otros compuestos y también se oxida en mayor o menor proporción cuando se expone al aire.

Como sucede con cualquier proceso espontáneo, la oxidación es posible desde un punto de vista termodinámico si con ella decrece la energía libre; pero la velocidad a que se verifica, se encuentra gobernada por factores cinéticos.

TABLA: De energía libre de formación de óxidos metálicos -- (por átomo de oxígeno) a 227°C (500°K) en kilo calo---

Calcio.....	- 138.2
Magnesio .....	- 130.8
Aluminio.....	- 120.7
Titanio.....	- 101.2
Sodio.....	- 83.0
Cromo.....	- 81.6
Cinc.....	- 71.3
Hidrógeno.....	- 58.3
Hierro.....	- 55.5
Cobalto.....	- 47.9
Niquel.....	- 46.1
Cobre.....	- 31.5
Plata.....	+ 0.6
Oro.....	+ 10.5

Los estudios hechos en electrónica, catálisis y corrosión, han demostrado la dificultad enorme de obtener una superficie -- metálica perfectamente limpia. A veces es posible lograrlo, -- con ultravacío acompañado de calentamiento o bombardeo iónico. Pero si tal superficie es expuesta incluso a vacíos moderadamente altos, queda recubierta inmediatamente con una capa invisible de -- de gas. Si este es inerte, forma una capa sobre la superficie que -- se encuentra ligada sin cohesión. Se dice que dicha capa está ad-- sorbida físicamente por fuerzas secundarias atractivas de Van --- Der Waals entre los átomos metálicos de la superficie y el gas.

El Oro, la Plata y el Platino se recubren con una capa de Oxígeno adsorbido, cuando se han expuesto al aire.

La mayoría de los metales restantes en contacto con el Oxígeno reaccionan formando un compuesto químico sobre la superficie. Este puede ser un compuesto estequiométrico verdadero de una o varias moléculas de espesor, o bien ser una capa de oxígeno que está quimiadsorbido; además cantidades adicionales de gas pueden ser absorbidas físicamente sobre tal película. Las de óxido continuarán, en general, engrosándose especialmente a temperaturas elevadas. El vacío ultra alto removerá fácilmente la capa de gas adsorbida por fuerzas de van der Waals, pero la eliminación del óxido solo se logra por el bombardeo iónico a la temperatura elevada.

Sobre la superficie metálica se forma enseguida una película de óxido cuando aquella se expone a la acción del oxígeno. Dos tipos de conducta se observan entre aquellos metales cuyos óxidos estables. Los metales alcalinos o alcalinotérreos (sodio, potasio, magnesio, etc) forman una película porosa. Otros, como el hierro, cobre y níquel dan películas más densas. El espesor y velocidad de crecimiento de estas capas determina el grado al cual el óxido protege el metal --

que se encuentre debajo de él.

Si el óxido formado es denso o poroso puede guardar la relación de volumen de óxido a volumen de metal consumido en la oxidación.

Esta relación, conocida como de Bedworth-Pilling su fórmula es:

$$\frac{\text{Volumen o óxido}}{\text{Volumen de metal}} = \frac{Md}{amD} = (9.1)$$

En la que M es el peso molecular del óxido que tiene de fórmula  $Me_aO_b$  y densidad D, y m es el peso atómico del metal cuya densidad es d. El número de átomos de metal por molécula de óxido está dado por a. Debería observarse que solo los valores de las dos densidades no son suficientes para expresar la relación del volumen relativo.

Si la relación de los volúmenes en la ecuación 9.1 es menor que uno, se forma un volumen de óxido que es menor que el volumen de metal oxidado. Por esta razón el óxido tiende a ser poroso y no protector. Si el cociente es próximo, o mayor que uno, el óxido no será poroso; una relación próxima a la unidad de óxido a metal indica que aquél será protector, mientras que una relación mucho mayor a la unidad indica que se producirá una fuerza de compresión y el óxido se puede

combar y romper, a este proceso se llama astillado.

Wagner y sus colaboradores han estudiado el mecanismo por el cual engrosan las capas de óxido. Ellos han delineado diferentes casos típicos que difieren en las velocidades y caminos por los cuales los átomos de oxígeno y metal se ponen en contacto para reaccionar.

**PRIMER MECANISMO:** - Si la película de óxido producida al principio es porosa, el oxígeno molecular puede pasar por sus poros y reaccionar en la interfase metal-óxido. Esta situación prevalece cuando la relación de volumen es menor a la unidad, como sucede con los metales alcalinos.

**SEGUNDO MECANISMO:** - Si la película no es porosa, la reacción de oxidación tiene lugar en la interfase del óxido-aire. En este caso los iones metálicos difunden desde la superficie del óxido-metal hacia fuera, a la interfase aire-óxido. Los electrones también migran en la misma dirección para completar la reacción.

**TERCER MECANISMO:** - La reacción también puede tener lugar en la interfase metal-óxido cuando el film no es poroso. En este caso, los iones de oxígeno difunden dentro de la película para reaccionar en la interfase metal-óxido y los electrones de nuevo, de nuevo, ser libres de moverse hacia la interfase aire-óxido.

CUARTO MECANISMO. - Este mecanismo posiblemente es una combinación de los mecanismos dos y tres, en el cual los iones de oxígeno difunden hacia dentro y tanto los iones metálicos - como los electrones se mueven hacia fuera. En este caso, la reacción puede tener lugar en cualquier parte de la capa de óxido.

Cada uno de estos tres casos últimos exige que la difusividad iónica y la conductividad eléctrica en el óxido sean elevados. Si la conductividad eléctrica es baja, la velocidad de crecimiento está limitada por el pequeño número de electrones que se mueven desde el metal a la interfase del gas-óxido. El crecimiento del film puede también ser retardado si su velocidad de paso de los electrones es muy grande comparada con la de los iones metálicos positivos, ya que esto produce la formación de una carga de espacio de los iones positivos en el film que se opone a su difusión posterior dentro del mismo.

Como la difusividad y la conductividad eléctrica de los óxidos dependen con frecuencia de la composición de los óxidos, las concentraciones diferentes en el metal pueden conducir a diversas velocidades de oxidación.

Desde el punto de vista práctico la adherencia es tan importante en un óxido protector como su impermeabilidad.

**EJEMPLO:** La protección de los óxidos en el aluminio , se debe a que forman una escama coherente con el metal subyacente . De hecho, en estas escamas los átomos forman parte del óxido y del metal. La adherencia resistente es útil también en los casos de una relación de volumen grande, donde la tensión es la responsable principal de la rotura del filme. Si el volumen del óxido sin constricciones es mayor que el del metal de que fue formado, la capa recién depositada se encuentra en un estado de compresión lateral considerable y puede fracasar al formarse ampollas, por rajaduras de corte, o por desprendimiento de escamas. La forma de la superficie metálica, los coeficientes relativos de expansión del óxido y el metal, y la velocidad de calentamiento y enfriamiento influyen en la adhesión y protección del filme.

Para que un óxido sea protector no debe ser volátil o reactivo con su medio ambiente. A temperaturas elevadas los óxidos de molibdeno y volframio son volátiles y dichos elementos se oxidan de manera catastrófica en el aire. El cloro, bromo, yodo y flúoro también forman productos volátiles de corrosión con muchos metales y temperaturas relativamente bajas.



La oxidación selectiva tiene lugar cuando un componente o un constituyente estructural de una aleación se oxida -- más fácilmente que los restantes. Esto sucede en una solución binaria de aquellas aleaciones en que un componente tiene una energía libre negativa de formación de óxido mucho mayor que la del otro.

La oxidación selectiva resulta a veces benéfica. La presencia del cromo en muchas aleaciones usadas a elevadas temperaturas, asegura una gran resistencia a la oxidación. Análogamente, en el hierro colado mejora su resistencia a la oxidación. Las aleaciones cuyo constituyente principal es el cobre y que contiene aluminio son susceptibles de una oxidación interna que producen partículas de  $Al_2O_3$  en la Matriz. El compuesto resultante es endurecido por el óxido disperso y es excepcionalmente fuerte a temperaturas próximas al punto de fusión del metal básico. Sin embargo la oxidación selectiva -- también puede ser nociva.

**EJEMPLO:** El carbón en los aceros al carbono se oxida más rápidamente que el hierro; así a elevadas temperaturas la superficie se descarbura y es por ese motivo de menor dureza.

**II.17. - RESISTENCIA TENSIONAL O RESISTENCIA A LA FLUENCIA:**

Esta propiedad se determina y a menudo se usa para describir la tensión en la estructura de un material a cuyo nivel --- han sido excedidos la proporcionalidad tensión-deformación y el límite elástico del material.

En esta tensión se produce en el material una deformación permanente limitada.

La resistencia a la fluencia se define como el valor de -- la tensión a cuyo nivel el material presenta una desviación específica limitante de la proporcionalidad entre tensión y deformación.

Como es de suponerse, cuando una estructura experimenta una deformación permanente, aun en pequeña cantidad, ella -- no vuelve por completo a sus dimensiones originales cuando --- cesa la tensión.

Cuando un material ha sufrido una deformación excesiva, esa deformación permanente se mantiene aun cuando desaparezca la tensión. Es por esta razón, que el límite proporcional, -- el límite elástico y la resistencia a la fluencia, están quizás entre las propiedades más importantes de un material.

Cualquier estructura dental deformada de modo permanente por el uso y las fuerzas de masticación, constituye en -- cierto modo un fracaso funcional.

EJEMPLO: Un puente deformado permanentemente por la fuerza excesiva de la masticación, estará desviado de su relación oclusal correcta para la cual habia sido proyectado.

La estructura permancerá deformada porque en ella se desarrolló una tensión cuyo valor es igual a la resistencia a la fluencia y mayor que el límite elástico. Es frecuente que en estas condiciones no se produzca una fractura, sino solamente una deformación permanente que representa un ejemplo destructivo de deformación.

Un ejemplo más constructivo de deformación permanente y tensiones más allá del límite elástico, es el que se observa cuando se adapta o se ajusta un puente, un aparato o una estructura dental con fines determinados.

Quando se quiere adaptar un aparato ortodóncico o ajustar un gancho de una dentadura parcial removible colada, si el material tiene que quedar definitivamente doblado o adaptado a un diseño particular, se necesita imponer a la estructura una tensión que exceda el nivel de la resistencia de fluencia.

## II.18. - RESISTENCIA TRACCIONAL:

Resistencia traccional es la máxima tensión que soportará una estructura antes de romperse.

Tensión traccional:- Es toda fuerza inducida que resiste una deformación causada por una carga que tiende a exceder o alargar a un cuerpo y es siempre acompañada por una deformación traccional.

La resistencia traccional de la amalgama no ha sido extensamente estudiado pero sin embargo a los estudios realizados, se sabe que la amalgama tiene una resistencia a la tracción que es más o menos una cuarta parte de su resistencia a la compresión, esto es que la resistencia traccional de las restauraciones de amalgama es de 10.000 lib/pulg<sup>2</sup>.

Algunos estudios indican que la resistencia final a la tracción de las aleaciones coladas de cromo-cobalto, es una propiedad que recibe menos la influencia de las variaciones de las indicaciones de los ensayos, que algunas de las otras propiedades.

En los procedimientos de colados es muy importante tener presente los lineamientos que nos marca la resistencia traccional y el número de dureza Brinell ya que entre el número

de dureza Brinell y la resistencia traccional de las aleaciones existe una definida relación.

Multiplicando el número de dureza Brinell por 500, -- se obtiene en forma muy aproximada el valor de la resistencia traccional final en libras por pulgada cuadrada.

Si se multiplica el mismo número de dureza se multiplica por 400, también se obtiene en forma aproximada el valor del límite proporcional en libras por pulgada cuadrada.

## II.19. - "RESISTENCIA MARGINAL"

**Resistencia Marginal:** Es un término que se encuentra ocasionalmente en la literatura dental y por lo común se refiere a la resistencia de un material restaurador para fracturarse en el área marginal, donde sus bordes son adyacentes al esmalte dentario. Muy eventualmente, el término es usado con relación a la resistencia de una cúspide reproducida por un material dental restaurador.

Además es una propiedad que no se puede medir por un ensayo físico simple. Mecanicamente es posible que esté relacionada con todos los tipos de tensiones y también con la ductilidad y el escurrimiento. Por otra parte es posible que las fallas marginales de este tipo se deben a la acción química y que no estén relacionadas con los factores mecánicos.

Resistencia marginal es un término no bien definido en su significado y según Skinner sería preferible eliminar su uso.

## II. 20. - "RESISTENCIA FINAL"

**Resistencia Final.** - Si se aplicaran fuerzas cada vez mayores a un material se llegará eventualmente a una tensión a la que el material se fractura o rompe.

La tensión a la que se produce la fractura se llama - resistencia final.

Si la fractura se produce bajo tensión traccional la -- propiedad se denomina resistencia traccional y si lo hace -- bajo compresión resistencia compresiva.

La resistencia traccional y la compresiva de un mate\_ rial pueden ser significativamente diferentes.

Los materiales frágiles como el esmalte humano, la amalgama y los plásticos combinados tienen grandes diferencias y son mucho más resistentes bajo compresión que bajo tracción.

Se cuentan con muy pocos datos de resistencia al cor\_ te de materiales dentales. La resistencia al corte de los plás\_ ticos combinados es de entre 550 y 700 kgf/cm<sup>2</sup> y es alrede\_ dor de 425 kgf/cm<sup>2</sup> en los acrílicos sin relleno; dichos valo\_ res son sólo ligeramente más elevados que los de resistencia\_ traccional y son perfectamente comparados con ellos.

La unión entre dos materiales se mide usualmente bajo tracción o corte y se expresa como la tensión necesaria para romper la unión.

De conformidad con el sistema, la unión puede ser química, mecánica o una combinación de ambos tipos.

La unión entre los dientes artificiales de acrílico y las bases de prótesis de acrílico es básicamente química y es frecuente mayor de 350 kgf/cm<sup>2</sup> bajo tracción.

Por otra parte la unión entre los plásticos combinados y el esmalte es esencialmente mecánica y tiene un valor de --- 85kgf/cm<sup>2</sup> aproximadamente bajo tracción.

La resistencia final a la tracción es definida como la -- tensión máxima que puede soportar un material antes de romper se por la acción de una fuerza traccional.

La resistencia final a la compresión es la tensión - -- compresiva máxima que un material puede soportar. Esta propiedad por regla general se calcula en libras por pulgada cua-- drada, aún cuando a veces también se describe en kilogramos \_ por milímetros cuadrados. En los dos casos se determina dividiendo la carga máxima en tracción o compresión por la sec-- ción transversal original.



La resistencia final de una aleación se emplea en Odontología para indicar el tamaño a la sección transversal requeridos para una restauración dada.

Una aleación sometida a tensiones cercanas a la resistencia final a la tracción, estará permanentemente deformada, de modo que una restauración que recibiera esa cantidad de fuerza estando en funcionamiento, dejaría de prestar utilidad por la acción de la flexión o estiramiento permanente que tendría lugar en ella.

Los datos sobre las aleaciones de oro empleadas en Odontología generalmente incluye este valor de la resistencia final, pero no se deberá insistir mucho en su empleo en la evaluación de los méritos relativos de diferentes aleaciones, ya que el límite proporcional es de mayor importancia. Los valores de resistencia final, tanto a la tracción como a la compresión varían significativamente para los diversos tipos de materiales.

## II. 21. -"ANGULO DE CONTACTO"

**Angulo de Contacto:-** Es aquel que se forma en la interfases del adhesivo y el adherente. Si las moléculas del adhesivo son atraídas por las del adherente, tanto o más como ellas - lo hacen así mismas, el líquido adhesivo se esparcirá completamente sobre la superficie del sólido y no se formará ángulo - alguno.

Con los efectos de la tensión superficial se puede asími\_ y aprender mucho sobre el esparcido de líquidos sobre sólidos\_ o sobre la tendencia al humedecimiento de las superficies, mi- diendo el ángulo de contacto entre el líquido y la superficie só- lida, por ejmplo en el esquema siguiente se ilustran los ángu- los de contacto para diferentes gotas de líquidos sobre una su- perficie plana de vidrio.



Esquema representativo de la relación del ángulo de contac\_ to formado por el esparcido de un líquido sobre un sólido...

Cuando mayor es la tendencia de la superficie a mojar-se, menor será el ángulo de contacto, de modo que cuando el humedecimiento sea total, el ángulo será igual a cero.

Existen estudios que determinan el ángulo de contacto del agua y de la saliva sobre dentaduras plásticas, las cuales tienen alguna relación con otras características de la restauración.

El ángulo de contacto del agua sobre la cera es de 109°; de agua sobre acrílico plástico es de 76°, de la saliva recién aplicada sobre la superficie es de 75° aproximadamente igual que el del agua.

Cuando la saliva se deja durante toda la noche en contacto con el material plástico, su ángulo de contacto es más reducido a 68° más o menos lo que indica que el humedecimiento superficial ha progresado después de haber permanecido en contacto con la saliva por un período de tiempo corto.

El esparcimiento de los fundentes sobre el metal caliente durante la operación de soldaje o fusión, es otro ejemplo del humedecimiento de las superficies por los líquidos.

(72)

Si el humedecimiento no es completo no es completo, la operación puede llegar al fracaso y si el ángulo de contacto de la soldadura es demasiado grande, ella no penetrará en los detalles delicados de las estructuras a unir.

## II. -22. -"ADHESION A LA ESTRUCTURA DENTARIA"

Adhesión es la fuerza que produce la unión de dos sustancias cuando ambas se ponen en contacto.

Las moléculas de una de las sustancias se adhieren o son atraídas por las moléculas de la otra. Esta fuerza se llama adhesión cuando la atracción se realiza entre moléculas dispares y cohesión cuando la misma se hace a través de moléculas de la misma clase.

El material o la película que se agrega para producir la adhesión, se conoce por el nombre de adhesión y el material al que se aplica, por el de adherente.

En términos generales, un fluido que moje bien a una superficie particular cuando recién se aplica, debe ser considerado como un adhesivo para esa superficie, convirtiéndose después por evaporación, oxidación o algún otro proceso, en una masa que si tiene íntima y firmemente unida a esa superficie sobre la cual se aplicó

Estos principios son aplicados en el amplio campo de tratamiento y de Odontología restauradora, que van desde tópicos como antisépticos y desensibiladores, agentes terapéuticos y procesos fisiológicos en los tejidos y membranas del organismo, hasta el uso en las operaciones de soldaje, de fundentes y -

antifundentes, el uso de ceras y materiales de impresión, lo mismo que materiales para base de dentaduras y cementos de zinc y de silicato para restauraciones y muchos otros.

Es importante destacar que en ciertas ocasiones, la -- persistencia de la sensibilidad después de la colocación de la restauración, la recidiva de caries y la deterioración en los márgenes de la obturación, puede estar relacionada con una falta de adhesión entre la restauración y el diente.

Todo material restaurador dental verdaderamente adhesivo o cemento tiene un marcado efecto en la practica de -- la Odontología. Sin embargo si se aplican a las estructuras -- dentarias los diferentes principios que gobiernan la adhesión, es evidente que los problemas resultan verdaderamente complejos.

La composición del diente no es homogénea toda vez -- que tanto en la dentina como en el esmalte están presentes, y en diferentes cantidades, componentes orgánicos e inorgánicos. Una restauración que adhiere a la parte orgánica podría, posiblemente, no adherir a los componentes inorgánicos, y un adhesivo que se uniese al esmalte podría no adherirse a la dentina del mismo modo.

Una vez que se ha preparado la cavidad, restos microscópicos cubren las superficies del esmalte y de la dentina --- observándose una superficie áspera debido a los cortes que -- han dejado los instrumentos de corte, y al ser sometida la -- restauración a fuerzas masticatorias y a las fluctuaciones -- térmicas que normalmente están presentes en la boca, estas irregularidades actúan como concentradoras de tensiones.

Tal vez el problema más significativo para desecar el esmalte o la dentina sea el de la película de agua, ya que es probable que una capa monomolecular de agua esté siempre presente en la superficie de la cavidad, además de que existen intercambios fluidos a través de ciertos componentes --- del diente y de la misma restauración dental en contacto con el agua en la saliva.

El adhesivo dental debe desplazar esta agua o humedecer la superficie mejor de lo que lo hace el agua que ya está presente en la estructura dentaria, por lo que se debe mantener dicha adhesión en un medio acuoso continuo.

## III. -"CONCLUSIONES"

Algunos problemas odontológicos son ocasionados por la falta de actualización de conocimientos y así el profesional al no dominar adecuadamente el campo Odontológico, se cruza con muchos problemas en la práctica de esta bonita y hermosa profesión, por lo que las Propiedades de los Materiales Dentales son de vital importancia que no debemos perder de vista.

La Corrosión y las Descargas Eléctricas son propiedades de los materiales dentales que se producen cuando un paciente ha sido atendido de su boca con metales distintos, esto se evita colocando materiales que no originen trastornos tanto físicos, como químicos y biológicos.

La conductibilidad térmica es otra propiedad de los materiales dentales que se debe manejar adecuadamente al seleccionar para cada paciente el tipo de material a utilizar en el tratamiento de su aparato estomatognático, dado que existen muchos factores que predisponen a muchos pacientes a que sean o no sensibles a los efectos de la conductibilidad térmica, ya que en algunos se experimenta con facilidad el cambio de temperatura y en otros no existe el más mínimo síntoma de molestia.



El cambio dimensional que sufren los materiales dentales, juega un papel muy importante en las restauraciones que el profesional ha programado, puesto que cada material sufre una expansión o una contracción, dependiendo de su utilización, manipulación y terminado en el tiempo en que cada uno debe ser procesado. Es tal la importancia del cambio dimensional que el Cirujano Dentista no deberá pasar por alto en el momento mismo de colocar una restauración, para evitar la filtración de fluidos bucales entre la restauración y el diente.

Los materiales dentales al ser sometidos a la acción de una fuerza dentro de la cavidad oral, estos van a sufrir una deformación, llámese de resistencia, de tensión, de relajación, de elasticidad, de tracción, de adhesión; que aunado a la no oclusión adecuada, van afectar no solo la pieza o piezas dentarias a restaurar sino en general involucran el funcionamiento fisiológico, estético y biológico de todo el aparato estomatognático, de tal suerte que nuestros pacientes llegan al consultorio para ser atendidos de una anomalía y que por falta de responsabilidad y ética profesional se les provoca una distinta de la que originalmente solicitaron la atención dental, todo ello se evita si en la práctica de nuestra profesión, realizamos lo que realmente debemos de hacer en base a los principios de la salud dental.

Cuando examinamos por primera vez a un paciente muchas veces no hacemos caso a los problemas de acumulación de alimentos y placa bacteriana y nos concretamos a efectuar restauraciones en medio de todo ese acumulamiento de depósitos duros y blandos, que con el tiempo tanto las restauraciones como los dientes aparentemente sanos, se ven afectados por el sarro que es un depósito duro y por depósitos blandos que son placas o películas compuestas de microorganismos y mucina.

Todo ello implica criterio y responsabilidad por lo que para evitar corrosión y pigmentación tanto en los dientes originales como en los restaurados, se les debe dar antes que seguir otro tratamiento, una asepsia profiláctica e instituir la mejor técnica de cepillado a nuestros pacientes.

Como se podrá observar las propiedades de los materiales dentales son tan importantes y tan complejas que no solo basta con conocerlas sino ponerlas en práctica y tenerlas siempre presentes para ser más eficientes y dar un mejor tratamiento dental a nuestros pacientes como verdaderos Cirujanos Dentistas y no como empíricos Técnicos Dentales.

## IV.- BIBLIOGRAFIA

- 1.- LA CIENCIA DE LOS MATERIALES DENTALES.  
Eugene W. Skineer.  
Mundi, S.A.  
Buenos Aires, 1970.
- 2.- MATERIALES DENTALES RESTAURADORES.  
Floy A. Peyton.  
Mundi, S.A.  
Buenos Aires, 1974.
- 3.- MATERIALES DE IMPRESION.  
Roberto Villegas Malda.  
Diógenes, S.A.  
México, 1976.
- 4.- PROPIEDADES FISICAS DE LOS MATERIALES DENTALES.  
Washington, D.C.  
Publicación TC-253.
- 5.- CORONAS Y PUENTES DE PORCELANA.  
Dr. Héctor Sacchi.  
Mundi, S.A.  
Buenos Aires, 1973.
- 6.- MATERIALES DENTALES: PROPIEDADES Y MANIPULACION.  
Robert G. Craig.  
Mundi, S.A.  
Buenos Aires, 1978.
- 7.- OPERATORIA DENTAL MODERNA CAVIDADES.  
Ritaco Alardo Angel.  
Mundi, S.A.  
Buenos Aires, 1975.
- 8.- CIENCIA DE LOS MATERIALES.- PROPIEDADES TERMODINAMICAS.  
Volúmen II.  
Jere H. Brophy, Robert M. Rose, John Wulff.  
Editorial Limusa-Willey, S.A.  
México, 1968.
- 9.- CIENCIA DE LOS MATERIALES.- PROPIEDADES MECANICAS.  
Volúmen III.  
Jere H. Brophy, Robert M. Rose, John Wulff.  
Editorial Limusa-Willey, S. A.  
México, 1968.
- 10.- CIENCIA DE LOS MATERIALES: PROPIEDADES ELECTRONICAS.  
Volúmen IV.  
Jere H. Brophy, Robert M. Rose, John Wulff.  
Editorial Limusa-Willey, S.A.  
México, 1968.