



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

---

---



## **FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

CONSIDERACIONES PARA LA SELECCIÓN DE COLOR EN  
RESINAS COMPUESTAS.

**TRABAJO TERMINAL ESCRITO DEL PROGRAMA DE  
TITULACIÓN POR ALTO PROMEDIO**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**CIRUJANA DENTISTA**

P R E S E N T A:

ERICA REYES MENDOZA

TUTOR: C.D. RODRIGO DANIEL HERNÁNDEZ MEDINA

MÉXICO, Cd. Mx.

OCTUBRE 2022



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.

## DEDICATORIAS

Agradezco y dedico este trabajo sobre todo a mis padres: Olivia Mendoza Peralta, y Víctor Hugo Reyes, porque siempre han creído en mí, porque me han brindado su apoyo en todos los aspectos; económicamente, con su tiempo, paciencia, cariño y regaños. Gracias a ellos logré estudiar esta carrera y ser la persona en la que me convertí.

A las personas que de algún modo aportaron algo importante para mí en el proceso (profesores y amigos) y aquellos que me apoyaron y creyeron, que se pusieron en mis manos para ser atendidos mientras era estudiante, sobre todo a mi hermana Karen y a mi abuelita María de la Luz. También a mi tía Margarita por apoyarme económicamente en varias ocasiones.

A mi novio Carlos, por motivarme y darme su apoyo en la recta final del proceso, por darme el impulso que necesitaba para concluir con este proyecto y ciclo.

Y a mi tutor, el doctor Rodrigo Hernández por la ayuda y orientación que me proporcionó a lo largo del programa de TAP así como en el trabajo terminal escrito.

## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES.....	4
1. Conceptos.....	4
a. Resina.....	4
b. Resina compuesta.....	4
c. Estética.....	5
d. Restauración dental.....	5
e. Percepción .....	5
f. Selección.....	6
2. Historia de las resinas dentales.....	6
3. Color.....	14
4. Percepción del color (Fundamento fisiológico).....	17
CAPÍTULO II. RESINAS COMPUESTAS, GENERALIDADES...	19
1. Composición.....	19
a. Matriz orgánica.....	20
b. Matriz o fase inorgánica y partículas de relleno.....	20
c. Agente de unión.....	22
d. Iniciadores e inhibidores de la polimerización.....	22

2.	Clasificación.....	24
a.	Por su método de activación.....	24
b.	Por su tamaño de partícula.....	23
I.	Macrorelleno, microrelleno, híbridas, nanorelleno, nanohíbridas.....	25
3.	Usos y aplicaciones de las resinas en la odontología.....	30
4.	Técnicas de colocación de resinas.....	31
a.	Estratificación.....	31
b.	Inyección.....	32
c.	Estampado.....	33

### CAPÍTULO III. ESTABILIDAD DEL COLOR Y OTROS FENÓMENOS FÍSICOS/ÓPTICOS EN LOS DIENTES Y LAS RESTAURACIONES A BASE DE RESINA .....35

1.	Luz, color y como lo percibimos.....	35
a.	Percepción, el ojo, conos y bastones.....	35
2.	Cualidades del color.....	36
a.	Matiz/Tonalidad.....	37
b.	Valor /Luminosidad.....	37
c.	Croma/Saturación.....	38
d.	Espectro electromagnético y Espectro de luz visible.....	38

2.	Propiedades de la luz.....	39
a.	Difracción.....	39
b.	Refracción .....	40
3.	Propiedades de la superficie al interactuar con la luz.....	40
a.	Opacidad.....	40
b.	Translucidez.....	40
c.	Transparencia.....	41
d.	Reflectancia.....	41
4.	Fenómenos relacionados a la percepción del color.....	41
a.	Mimetismo.....	41
b.	Metamerismo.....	42
5.	Otros fenómenos relacionados con la luz.....	43
a.	Fluorescencia.....	43
b.	Fosforescencia.....	44
6.	Estabilidad de color.....	44
7.	Modificadores del color (Tonalidad).....	44

CAPÍTULO IV. SELECCIÓN DE UNA RESINA COMPUESTA PARA RESTAURACIÓN ESTÉTICA Y SU ACABADO.....		48
---	--	----

1.	Criterios y procedimiento para la selección de color.....	48
----	--	----

a.	Colorímetros.....	52
b.	Dispositivos auxiliares para toma de color.....	52
c.	Fenómenos ópticos que pueden afectar en la selección de color.....	56
d.	Ambiente.....	56
2.	Textura.....	57
a.	Acabado y pulido.....	57
I.	Sistemas de pulido.....	57
b.	Forma natural del diente.....	60
3.	Mapa de color.....	61
4.	Fluorescencia en las restauraciones.....	64
5.	Adhesión en restauraciones con resinas compuestas.....	65
a.	Grabado ácido.....	65
b.	Generaciones de adhesivos.....	66
	DISCUSIÓN.....	70
	FUENTES DE CONSULTA.....	75

## INTRODUCCIÓN

Dentro de la odontología, las resinas compuestas son un material muy socorrido para diversos procedimientos dentales como lo son restauraciones estéticas (ya sean restauraciones indirectas o directas), restauraciones provisionales, aumento de dimensión vertical en la oclusión, construcción de muñones, selladores de fosetas y fisuras, cementación de brackets, entre otros. Por ello, es de suma importancia como profesionales de la odontología conocer las propiedades de distintos tipos de resinas compuestas para saber cuál de estas es mejor elegir de acuerdo a las características requeridas del tratamiento a realizar, así como también su manipulación para un buen resultado final en el tratamiento.

Las resinas dentales tienen diversos ingredientes que les confieren distintas propiedades físicas, esto dependiendo de la presencia, ausencia y los porcentajes en que se encuentren dichos componentes dentro de su fórmula, lo que hace que en el mercado exista una gran variedad de resinas con distintas propiedades.

Lograr una restauración estética con aspecto de naturalidad ha sido un desafío para los odontólogos, porque al buscar ese aspecto estético y una buena funcionalidad se busca igualar o compensar en medida de lo posible tanto la funcionalidad como las propiedades físicas de los dientes y esto es complicado ya que el material de restauración es distinto al material natural de los tejidos dentarios y por ende sus propiedades también lo son, razón que ha generado que a través del tiempo se desarrollen y sigan

desarrollando diversos materiales con distintas propiedades con el fin de que el odontólogo pueda lograr un tratamiento exitoso.

La gran mayoría de veces los pacientes buscan un aspecto de naturalidad en sus tratamientos, más si se trata del sector anterior; y en restauraciones estéticas. Es de suma importancia que aspectos como el color y textura sean los adecuados ya que son estos en gran parte los responsables de darle un buen aspecto estético a la restauración, pero también hay que tener consideraciones como la resistencia de las resinas, el estado general de la cavidad oral del paciente, sus hábitos, buscar que se genere armonía con el tratamiento, y ver las ventajas y desventajas. También para lograr dicho aspecto estético se tiene que pensar en el tipo de resinas compuestas a usar por sus propiedades físicas y es importante llevar un procedimiento de selección de color, en donde se toman en cuenta factores como el tipo de luz, la tez del paciente, el color de los otros dientes en boca, la fatiga visual durante el proceso de selección y la translucidez de la resina por mencionar algunas.

La selección de color es de suma importancia, ya que una mala elección puede dar un aspecto no deseado al resultado final del tratamiento y con ello la inconformidad del paciente aunque se trate de una restauración bien hecha si a funcionalidad y calidad nos referimos, por lo que se debe tomar en cuenta la estética que confiere el material en conjunto a los elementos que le rodean y los factores que influyen en su percepción mediante la vista en distintos ambientes.

La finalidad de este trabajo es profundizar en el contexto expuesto anteriormente y dejar expuestas las problemáticas con sus posibles

soluciones para la elaboración de un tratamiento de restauración con resinas compuestas que además de ser funcional y de calidad logre ofrecer un aspecto estético deseado gracias a la adecuada selección de color.

## **CAPÍTULO I. ANTECEDENTES**

### **1. CONCEPTOS**

#### **a. Resina**

“Resina” es un concepto amplio que se usa para hacer referencia a sustancias orgánicas que no son solubles en agua pero que sí lo son por ejemplo en acetona o éter. Se conforman por una mezcla de ácidos carboxílicos, terpenos y aceites que provienen de la exudación de árboles y arbustos.

Reciben su nombre por su forma de polimerización, su composición química y su estructura física y los medios por los que inician su polimerización (activación o fraguado). Las resinas son semisólidos o sólidos amorfos insolubles en agua y se pueden obtener de forma natural o sintética, no son conductoras de electricidad, y son fácilmente combustibles. (1, 2)

#### **b. Resina compuesta**

Es un material compuesto como su nombre lo dice. No hay una definición precisa sobre material compuesto pero si puntos sobre sus características estructurales los cuales son: se tiene que contar con dos o más materiales físicamente distintos y separables mecánicamente, pueden fabricarse mezclando los distintos materiales de tal forma que la dispersión de un material en el otro pueda hacerse de manera controlada para alcanzar propiedades óptimas y además dichas propiedades son por lo regular más

deseadas o superiores y posiblemente únicas en algún aspecto específico a las propiedades de los componentes por separado. (3)

### **c. Estética**

En cuanto a la estética, ésta se puede considerar el estudio de las condiciones y efectos de la creación artística. Ser estético significa poseer características armoniosas, de belleza; y en odontología, la estética dental es una ciencia que busca copiar una belleza natural. (4)

Entre las definiciones que nos da la Real academia de la Lengua Española sobre estética que son aplicables en odontología, ésta nos hace referencia a que es una disciplina que estudia la belleza o algo perteneciente o relativo a la percepción y/o apreciación de esta misma, también a que es algo artístico de aspecto elegante, que estudia la armonía y apariencia agradable a los sentidos, al conjunto de técnica y los tratamientos utilizados para el embellecimiento de cualquier parte del cuerpo. (5)

### **d. Restauración dental**

Las restauraciones dentales son aquellos materiales que buscan devolver al diente dañado lo que ha perdido, es decir, su forma, apariencia y función. Tanto el odontólogo como el paciente buscan una buena apariencia estética, para ello el profesional tratará de darle una apariencia de naturalidad sin olvidarse de la funcionalidad que es muy importante. (2)

### **e. Percepción**

El concepto de “percepción”, se refiere a la sensación interior que resulta de las impresiones, imágenes o sensaciones exteriores captadas por alguno de nuestros sentidos, es conocer algo mediante los sentidos o de la

representación mental que nos causa el tema, persona o cosa sobre la que se está tratando. (6)

#### **f. Selección**

En este trabajo se hace referencia a dicho concepto como aquel procedimiento que nos va a llevar a escoger la mejor opción (en este caso el color de las restauraciones) gracias a una serie de motivos y factores.

## **2. HISTORIA DE LAS RESINAS DENTALES**

Antes de desarrollar sistemas de polímeros sintéticos muchos materiales clasificados como materiales plásticos se desarrollaron a partir de resinas naturales o exudados y tejidos de plantas.

La búsqueda de la estética dental surgió en las civilizaciones antiguas hace siglos. Desde ese entonces, el arte dental se ha ido desarrollando con el fin de mejorar el aspecto estético de los dientes y de la boca buscando al mismo tiempo recuperar la salud en boca y mejorar las funciones del aparato estomatognático como el comer (masticar), hablar, y la deglución.

Hasta el siglo XXIII fue que se reconoció la odontología como una disciplina individualizada y se establecieron sus distintas ramas. El pionero en éste movimiento de modernización, fue Pierre Fauchard (1678-1761) y varios de sus colegas, quienes hicieron de la odontología una ciencia al darle estructura a su estudio, motivo que hizo recibir el título de padre de la odontología moderna a Pierre Fauchard.

Materiales como el oro, plomo, estaño y platino fueron utilizados en boca para restauraciones dentales todavía hasta finales del siglo XIX, pero se siguió en busca de un material más estético. Una de las primeras opciones a usar fue el “Tapón de Hill” el cual era una mezcla de gutapercha blanqueada, carbonatos de cal y cuarzo, plástico, hueso y vidrio fundido pero evidentemente no funcionó debido a sus malas propiedades, por lo que se dejó de utilizar.

Un ejemplo de exudado es la Gutapercha, un exudado coagulado purificado de un árbol sapotáceo originario de las islas del Archipiélago Malayo, que desde el siglo XIX se ha utilizado en procedimientos odontológicos. El Dr. William Montomeric fue el primero en introducir la gutapercha a la civilización occidental y pronto se encontró una aplicación en odontología como material de restauración temporal y su uso como material de relleno en endodoncia, que debido a su éxito se sigue usando en la actualidad. (7)

En 1839 el Dr. Charles Goodyear Jr. Descubrió la mezcla de azufre con caucho, la cual se usó para fabricar neumáticos.

La flexibilidad del caucho se conservó pero la temperatura de transición del vidrio se redujo, este proceso fue conocido como “vulcanización” el cual proporcionó un alto rango de flexibilidad y dureza. En 1851, Nelson Goodyear, hermano de Charles, patentó un proceso que llamó vulcanita con el cual se logró fabricar sobre todo monturas de lentes y en 1853 se construyó la primer base de dentadura a partir de vulcanita reduciendo bastante los costos, con el inconveniente de un color marrón-grisáceo. En 1869 se introdujo una opción más económica de celuloide que tenía un color

más natural, aunque cambiaba a color verde después de un tiempo de uso y desarrollaba mal olor. (8)

Gracias al descubrimiento de Nelson Goodyear, se impulsó el uso de las dentaduras en la población menos pudiente, debido a que el proceso y material era barato. El gran inconveniente era la corta duración del material en buen estado. Hacia 1934 aparecieron resinas acrílicas vinílicas, resinas acrílicas de copolímero y las resinas acrílicas de estireno las cuales son sintéticas. (9)

En 1897 se desarrolló un compuesto de silicato; estaba formado por polvo de aluminio y óxido de zinc mezclados con ácidos fosfórico y fluorhídrico, pero fue dejado de usar durante un tiempo debido a que era bastante frágil y de difícil manipulación, hasta que en 1904 surgió una versión modificada, era una combinación de vidrios solubles en ácido mezclados con un líquido que contenía ácido fosfórico lo cual dió como resultado un material verdaderamente translúcido. Las modificaciones continuaron hasta 1938, año en que la American Dental Association (ADA) publicó su primera especificación definitiva de aceptación a dicho material. (9)

Relacionado a todo lo anterior que estaba sucediendo, en 1922 el Dr. Herman Staudliyer fue el primero en usar el término de macromolécula en su trabajo sobre copolímeros por el cual recibió un premio nobel en 1953. (8)

En la primera mitad del siglo XX, los únicos materiales utilizados que tenían similitud con el color del diente eran los silicatos, pero no eran empleados para la restauración de dientes permanentes porque, aunque liberan flúor se encontró que sufren bastante desgaste.

En la década de 1930 las resinas acrílicas activadas por medios químicos fueron desarrolladas. Diez años más tarde, hacia 1940 se generalizó el uso de carillas y veneers acrílicos. Fue hasta la década de 1970, cuando los composites reemplazaron a las resinas acrílicas y los cementos de silicato como restauraciones permanentes. En la actualidad se siguen usando versiones mejoradas de esta fórmula elemental de matriz resinosa y relleno de vidrio; lo que llamamos resinas compuestas. (10, 11)

A finales de la década de los 40 e inicio de los 50 las resinas acrílicas (polimetilmetacrilato o PMMA) gracias a su insolubilidad en fluidos orales, a que tienen un costo accesible, a su fácil manipulación y sobre todo por su gran parecido al diente reemplazaron a los silicatos. Las PMMA son resinas de activación química la cual se da gracias al peróxido de benzoílo, compuesto químico muy inestable.

Sin embargo, estas resinas PMMA tienen una resistencia baja al desgaste, una alteración rápida en su color, baja resistencia a la abrasión, y una contracción de polimerización bastante alta, por lo que se generaba cierta tensión y filtraciones entre la resina y las paredes del diente, o la resina se caía debido a ésta diferencia de coeficiente de expansión y contracción tan marcado en comparación con el diente. (11)

Las resinas compuestas se comenzaron a desarrollar a finales de los años cincuenta y principios de los sesenta gracias al doctor Bowen . Su mayor aportación fue la matriz de resina de Bisfenol-A-Glicidil Metacrilato (Bis-GMA) y un silano entre la matriz y las partículas de relleno. A partir de esa fecha y hasta la actualidad se ha seguido investigando para desarrollar resinas cuya contracción y estrés no sea tanto. El bisfenol-A Glicidil es el

material que comenzó a usar Bowen para restaurar el cual logró mezclar con metacrilato creando así un nuevo producto resinoso con buenas propiedades para restaurar ya que por sí solo el Bisfenol-A-Glicidil sufre de bastante contracción a la polimerización además de que su tiempo de manipulación no es compatible con el de su aplicación clínica. (10,11)

Bowen (1958-1963), al adicionar un polvo de cuarzo como partícula de relleno entre el Bis-GMA, formó así una estructura compuesta y con características más similares al diente. Posteriormente junto con la colaboración de Paffenbarger y Sweeney en 1966, se pasó a tratar la superficie de la resina con sílice con lo que se logró aumentar la resistencia y sobre todo la unión química entre las partículas de cuarzo y la matriz de Bis-GMA. (11)

Gracias a todas estas modificaciones que se fueron realizando en la composición de las resinas dentales se logró que dicho material pudiera ser llevado a la cavidad del diente en estado plástico con la posibilidad de ser moldeado y manipulado para finalmente pasar a un estado elástico activando su polimerización.

Las resinas compuestas que se utilizan actualmente tienen una polimerización en la cual los monómeros de metacrilato pasan a polimetacrilato. Esto es importante ya que al utilizar monómeros bifuncionales se forman cadenas lineales pero también enlaces cruzados por lo que las cadenas de material se unen y distribuyen en las tres dimensiones del espacio, obteniendo una mayor resistencia, a diferencia de las resinas más antiguas, en las cuales se formaban sólo cadenas lineales, por lo que su resistencia era mucho menor.

Ésta combinación de material orgánico y material inorgánico tratado con un silano orgánico-funcional para poder unirse con el orgánico es lo que compone a las resinas compuestas (BIS-GMA o UDMA con trietilenglicol dimetacrilato TEGDMA y partículas inorgánicas como sílice, bario, hidroxiapatita, circonio, etc.). (12)

Algunos años antes, los conceptos tradicionales de la preparación de cavidades dentales introducidos a principios del siglo XX por Black, fueron modificados a manera de ser más conservador el tratamiento debido a la adhesión de materiales restauradores (resinas compuestas) a la estructura dental. Michael Buonocore, en 1955, logró que las superficies del diente fueran más susceptibles a la adhesión, introduciendo el ataque ácido al esmalte con ácido fosfórico con el fin de preparar la superficie del diente que recibe la resina de tal forma que se crea una capa híbrida en la interfase dentina/esmalte y resina, con lo que se logra una mejor adhesión de la resina al diente. (13)

Sin la adhesión micromecánica que introdujo Buonocore las resinas compuestas que se usan en la actualidad no serían capaces de resistir; se producirían filtraciones de los fluidos hacia las zonas adyacentes a la restauración. (14)

Las resinas fueron muy bien aceptadas en el mercado tanto por los odontólogos como por los pacientes, sobre todo para realizar restauraciones en el sector de los diente anteriores donde se busca mayor estética, pero en la búsqueda de ésta estética se empezaron a utilizar en dientes posteriores, sólo que al principio no funcionaron tan bien como en el sector anterior ya que las resinas compuestas se desgastaban fácilmente al recibir fuerzas de

masticación. Al observar esto se siguió investigando para desarrollar resinas con mejores propiedades físicas y a la par se comenzó a trabajar en un nuevo producto; resinas que funcionan por medio de una fotoactivación/fotoiniciación con el fin de alcanzar una mejor polimerización, y aunque las resinas compuestas en un inicio se presentaron en un sistema de activación química por medio de dos pastas las cuales en su tiempo eran más económicas y por lo cual no era necesario usar aparatos activadores para su reacción, debido a los inconvenientes que presentaron, empezaron a ser desplazadas por las de fotoactivación.

Las ventajas de las resinas fotoactivadas son que el odontólogo elige cuándo iniciar la reacción de polimerización, por lo que el tiempo de trabajo es mayor, ya que el profesional lo puede ajustar al tiempo que sea necesario para su manipulación, y al no necesitar ser mezcladas presentan menos porosidades y burbujas de aire. Una polimerización por medio de fotoactivación es mucho más rápida y presenta una mayor estabilidad de color, a diferencia de las resinas autopolimerizables que se pigmentan con facilidad.

Cuando iniciaron las resinas compuestas fotoiniciadas se desarrollaron dos sistemas, uno con luz visible con una longitud de onda entre 400 y 500 nanómetros y otro con luz ultravioleta, este último causó daños sobre todo para la salud del odontólogo por lo que fue quitada del mercado. (11)

La reacción de polimerización de las resinas activadas por luz visible se inicia por la activación de una sustancia sensible a la luz, generalmente la canforoquinona que se encuentra en la matriz resinosa.

Para indicar adecuadamente el tipo de resina compuesta que se debe utilizar es importante conocer y analizar las propiedades mecánicas de estas resinas. Clínicamente, lo que más influye es la durabilidad de la resina (su tiempo de vida útil en boca) y qué tanto se desgasta sin dejar de lado otras propiedades mecánicas como su resistencia a la fractura, a la flexión y a la compresión. El relleno influye en gran parte en las propiedades que adquiere la resina. (15)

### **3. COLOR**

El color es una interpretación de nuestro cerebro después de que nuestros ojos perciben la luz reflejada por los objetos dentro de un rango de luz visible.

Existen los colores luz y los colores pigmento. Si mezclamos los haces de luz de todos los colores del espectro obtenemos luz blanca, fenómeno conocido como suma de luz, o síntesis aditiva. En cambio si mezclamos pigmentos de diferentes colores obtenemos un color gris oscuro o casi negro, y a este tipo de mezcla se le denomina síntesis sustractiva debido a que con cada color que se añade a la mezcla se resta luz, acercándose cada vez más al negro. Nuestra realidad es una mezcla de estas dos síntesis ya que se encuentran pigmentos en todas partes y la luz siempre está involucrada para su percepción.

Para lograr estética dental se busca equilibrio entre 3 cosas principalmente: la forma, textura y color.

En varios estudios de la toma de color, los opalescentes, los intensivos y caracterizaciones se ha visto que estos rubros son tan importantes como la forma, opacidad, matiz, textura superficial, valor del esmalte y tonalidad, pero se les ha tomado menos importancia. Son factores cruciales en la integración de una restauración y más si se trata de un sector anterior en donde la estética es de suma importancia.

Tomar y transferir la información del color para la elaboración de una restauración mimética que sea estética es un factor muy importante. El estudio y conocimiento de las estructuras dentales nos ayuda a mejorar la

toma de color, ya que al conocer las características de los tejidos dentales, propiedades y colores se puede elegir mejor las resinas con las propiedades más adecuadas según sea el caso. (11)

Entre las cualidades importantes que permiten una mejor reproducción de los detalles es la sensibilidad además de la atención que el odontólogo ponga en ello para lograrlo y sobre todo el conocimiento que se posee sobre el tema. Otro factor de importancia es tener familiaridad con los materiales que se utilizan para realizar las restauraciones en cuestión, por lo que resumiendo, el entendimiento del color junto al amplio conocimiento de los materiales es la combinación ideal para lograr la restauración con resinas compuestas lo más estético posible y con los resultados deseados tanto en estética como en propiedades que se buscan. (16)

Para su descripción y estudio Munsell dividió el color en tres dimensiones en el año de 1961: tono, croma y valor. Dicho esquema ha sido reconocido universalmente como la base para otros sistemas de color y su división permite comprender mejor el objeto que se observa.

Según Fugún y Garino (1989), en la apreciación del color del diente influyen el tipo de luz, la forma en cómo ésta llega al diente y la naturaleza de la superficie iluminada. De esta forma, los elementos responsables de la percepción del color son 3: la fuente lumínica, el objeto y el observador. (16)

Como fuentes de luz se tienen fuentes primarias y secundarias. Las fuentes primarias son aquellas como el sol o lámparas que emiten su propia luz y

como secundarias aquellos cuerpos iluminados o que emiten la luz proveniente de una fuente primaria, un claro ejemplo es la luna.

Al incidir la luz sobre los dientes puede dar lugar a algunos fenómenos en forma de reflexión, refracción y absorción.

Las restauraciones altamente estéticas se logran al utilizar las propiedades de los materiales dentales de manera adecuada por el profesional para simular las características y propiedades físicas de los tejidos dentales.

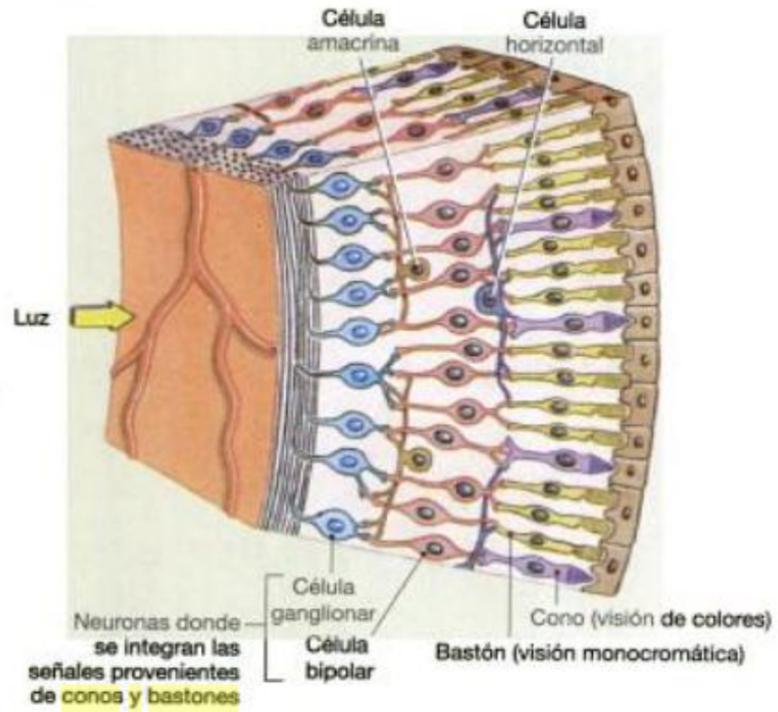
El color de un objeto depende de la fuente lumínica que lo ilumina. Por lo que distintos ambientes luminosos puede afectar notablemente la percepción de los colores (17)

#### **4. PERCEPCIÓN DEL COLOR (FUNDAMENTO FISIOLÓGICO)**

Los colores surgen a partir de las ondas luminosas. Estas ondas son incoloras, pero en nuestros ojos y en nuestro cerebro se produce la sensación de ver un color cuando esas ondas luminosas se encuentran con un cuerpo determinado. El proceso inicia cuando la luz reflejada por un cuerpo es captada por el ojo a través del cristalino, que a su vez conduce la luz hacia las células fotosensibles ubicadas en la retina, las cuales generan señales eléctricas (o sensaciones visuales) que recorren el nervio óptico hasta llegar al cerebro, en donde la imagen con todas sus características, incluido el color, se hace consciente. (17)

El color de cualquier objeto, depende de las longitudes de onda reflejadas por éste. Nuestros ojos cuentan con células responsables de la visión, los conos, los cuales son responsables de la visión de alta agudeza, perciben la longitud de onda del color verde, del color azul y del color rojo, funcionan sobre todo en el día y con luz (son los responsables de percibir los colores) y los bastones, los cuales funcionan bien con poca luz y son responsables de la visión nocturna, sobre todo en blanco y negro. (18)

(d) Organización de la retina



Esquema del tipo de células en los ojos. (19)

## **CAPÍTULO II. RESINAS COMPUESTAS, GENERALIDADES**

### **1. COMPOSICIÓN**

Las resinas compuestas son un material con gran densidad de entrecruzamientos poliméricos, reforzado por una dispersión de sílice amorfo, vidrio, partículas de relleno cristalinas u orgánicas y/o pequeñas fibras que se unen a la matriz gracias a un agente de conexión. Las resinas compuestas para restauración se dividen en 3 partes dentro de sus componentes las cuales son:

**Matriz:** Es una fase continua de resina plástica que contiene partículas de relleno

**Relleno:** Son partículas o fibras dispersas dentro de la matriz de la resina que sirven como refuerzo o para conferir ciertas propiedades físicas.

**Agente de unión:** Adhesivo que favorece la unión entre el relleno y la matriz de la resina. (10, 15)

Las resinas compuestas tienen cierto número de componentes que se añaden a la resina matriz, partículas de relleno inorgánico y agentes de conexión. Se requiere un sistema activador-iniciador para que la pasta blanda moldeable de resina se transforme en una restauración dura de larga duración. Hay otros componentes que se añaden para mejorar las propiedades, apariencia y durabilidad del material. Los absorbentes de ultravioleta (UV) y otros aditivos mejoran la estabilidad del color, y los inhibidores de polimerización alargan la vida de almacenamiento y aumentan el tiempo de trabajo de las resinas quimioactivadas.

### **a. Matriz orgánica**

La mayoría de las resinas emplean una mezcla de monómeros de dimetacrilato alifáticos y/o aromáticos como Bis-GMA que es producto de la adición del Bisfenol A y el Glicidilmetacrilato (GMA). Éste componente tiene una viscosidad muy alta, por lo que se utiliza un monómero diluyente para bajar la viscosidad para facilitar su manipulación como el metilmetacrilato que es monofuncional y los monómeros diluyente bifuncionales como el trietilenglicol dimetacrilato (TEGDMA) y el dimetracrilato de uretano (UDMA). El UDMA, TEGDMA y el Bis-GMA son los ingredientes de la matriz de resina que más se emplean para formar estructuras de polímero entrecruzado en los selladores y en las resinas compuestas. (15)

### **b. Matriz o fase inorgánica y partículas de relleno**

Por lo regular se obtiene del sílice mediante cualquiera de sus formas alotrópicas (vidrio, cuarzo, óxido de silicio), pero puede contener bario, hidroxiapatita y/o circonio. (12)

La incorporación de las partículas de relleno a la matriz de la resina mejoran las propiedades del material, siempre que las partículas estén bien adheridas a la matriz. Si esto no ocurre, estas partículas no actúan como refuerzo, sino como debilitadores del material. Debido a la importancia de una buena adhesión de las partículas de relleno para tener buenas propiedades, el uso de un agente de unión eficaz es muy importante para el éxito de una resina compuesta.

El propósito principal de las partículas de relleno es reforzar y mejorar las propiedades de la resina compuesta y reducir la cantidad de material de la matriz. Para esto es muy importante que las partículas de relleno estén fuertemente fijadas a la matriz.

Entre los beneficios y propiedades que aporta el relleno a la resina compuesta tenemos los siguientes: actúa como refuerzo de la matriz de la resina, ya que le otorga mayor resistencia al desgaste, y mayor dureza, también disminuye la contracción de la polimerización, esto es beneficioso ya que al reducir la contracción también se reducen las filtraciones que se generan. Aparte de reducir la contracción en la polimerización, reduce la contracción y expansión térmica, lo que logra una menor fatiga del material a mediano/largo plazo y con ello que la durabilidad de la restauración con resinas compuestas sea mayor. El relleno otorga a la mezcla una buena consistencia y la vuelve más fácil de manipular, ayuda a disminuir la absorción acuosa, que disminuye la tinción y reblandecimiento del material además de un aumento en la radiopacidad, para hacer mucho más fácil observar e identificar mediante un elemento diagnóstico. Todos estos beneficios, se logran con un buen relleno y si las partículas están fuertemente fijadas a la matriz. (15)

Debido a que el relleno puede otorgar distintas características y propiedades a las resinas compuestas, aún no se ha logrado obtener una resina universal, pero si resinas con propiedades distintas y de esta forma es posible utilizar la que mejor se adapte a lo que sea necesario realizar.

Las partículas de relleno se producen generalmente por triturado o pulverizado de cuarzo o cristales para obtener partículas de un tamaño que

oscila entre las 0.1 y 100 micrómetros. Las partículas de sílice por debajo del tamaño del micrómetro, tamaño coloidal (aprox. 0.04 micrómetros) conocidas como microrrelleno o individualmente como micropartículas, se obtienen de un proceso de precipitación o pirólisis. (10, 15)

### **c. Agente de unión**

También llamado agente acoplador, recubre a la matriz inorgánica y está hecho a base de un silano orgánico funcional, el cuál es llamado Silano pero su nombre completo es Metacriloxipropiltrimetoxisilano.

El agente responsable de ésta unión es una molécula bifuncional que tiene grupos silanos en un extremo y grupos metacrilatos en el otro. Debido a que la mayoría de las resinas compuestas disponibles comercialmente tienen un relleno basado en sílice, el agente de unión más usado es el silano.

Ayuda a mejorar las propiedades físicas y mecánicas aparte de prevenir la penetración de agua, promoviendo una estabilidad hidrolítica a la resina, esto gracias a que como su nombre lo dice, genera una unión entre las moléculas de su fase orgánica y su fase dispersa gracias a sus moléculas bifuncionales. (14, 15)

### **d. Iniciadores e inhibidores de la polimerización**

La mayoría de resinas dentales polimerizan mediante un mecanismo en el que los monómeros se añaden de manera secuencial al extremo de una cadena en crecimiento, añadiendo un monómero a la vez hasta formar una cadena, a lo que se le llama polimerización por adición. (15)

La polimerización y el endurecimiento de la resina es la ruptura de las dobles ligaduras de las moléculas de Bis-GMA en sus extremos acrílicos (C=C), como ya se mencionó, normalmente su iniciador es el peróxido de benzoilo, el cual se activa por una amina terciaria en las resinas auto y fotopolimerizables, se observan canforoquinonas o dicetonas que al ser estimuladas por luz de 430 a 500 nanómetros de longitud de onda, incidirán en los iniciadores, activándose producen que el agente fotosensible se excite, que rompan las dobles ligaduras abriendo paso a la polimerización y endurecimiento (12)

Las primeras resinas de activación por luz utilizaban la luz UV como iniciador. Actualmente se reemplazaron por resinas compuestas que inician su fotoactivación con un rango de luz visible (azul), además de resultar mejores ya que no ocasionan daños al odontólogo como la luz UV y mejora mucho la profundidad de fraguado así como el tiempo de trabajo. (15)

La canforoquinona absorbe la luz azul con una longitud de onda entre 400 y 500 nm. Dentro de la composición de la resina, se requiere poca canforoquinona (0.2% del peso total del producto o menos). Los iniciadores de amina que se requieren para interactuar con la canforoquinona, como el dimetil aminoetil metacrilato (DMAEMA), también se deben encontrar en una baja proporción.

Los inhibidores se añaden a los sistemas de resina para minimizar la polimerización accidental o espontánea. Reaccionan mucho más a prisa con los radicales libres que el monómero, esto interrumpe una reacción en cadena antes de que los radicales libres sean capaces de iniciar la polimerización. Después de que todos los inhibidores se consumen,

comienza la reacción en cadena. Un inhibidor típico es el hidroxitolueno butilado (HTB), empleado a una concentración del 0.01% en peso. Los inhibidores tienen 2 funciones; aumentar la vida media del almacenamiento de las resinas compuestas y garantizar el tiempo de trabajo adecuado. (12, 15)

## **2. CLASIFICACIÓN**

De acuerdo a la norma de la ADA se clasifican en:

- Clase A: Recomendado para usarse en caras oclusales
- Clase B: Recomendado para todos los demás usos. (12)

### **a. Por su método de activación**

La misma norma ADA No. 27 nos dice que las resinas divididas en clase A y B a su vez pueden ser:

- Tipo I: De reacción química (también llamadas autopolimerizables)
  - Tipo II: De activación por energía externa de la luz azul. Aquí se incluyen también las que se activan por ambas vías ( polimerización dual).
- (12)

**b. Por su tamaño de partícula (macrorelleno, microrelleno, híbridas, nanorelleno, nanohíbridas)**

**Macrorrelleno**

Estas resinas fueron desarrolladas en la década de los 70's y ligeramente modificadas a lo largo del tiempo. También se le llaman resinas compuestas convencionales. El tamaño de sus partículas de relleno es grande, el material que usan con más frecuencia para su relleno es el sílice amorfo pulverizado, vidrio de estroncio y/o el cuarzo como relleno. La carga del relleno en promedio es del 70% al 80% del peso o del 60% al 70% en volumen. Hay varios tamaños de estas partículas de relleno, es variable, su tamaño va de los 8 a 12 micrómetros, pero se pueden encontrar partículas de hasta 50 micrómetros.

Como principal ventaja son bastante resistentes pero por sus macro partículas de relleno su superficie es rugosa, hasta el pulido de estas resinas genera rugosidad, al igual que el cepillado dental y las cargas masticatorias, por lo que tienen una gran tendencia a la pigmentación y al desgaste. Estas mismas rugosidades que se generan en su superficie pueden propiciar que el tiempo de vida de la resina se reduzca.

El relleno más utilizado es el sílice. El vidrio de estroncio o bario son radiopacos con menos estabilidad que el cuarzo, y el cuarzo resulta con una buena estética y durabilidad pero carece de radiopacidad y produce más desgaste al diente antagonista. (10, 15).

## **Microrrelleno**

Se desarrollaron a finales de la década de los 1970. Se elaboran añadiendo dióxido de silicato sódico coloidal a una solución de agua con ácido clorhídrico (sílice coloidal) o cenizas de dióxido de silicio (sílice ahumada). Incluyen partículas de diferentes tamaños. (9)

Tienen partículas de sílice coloidal por debajo del tamaño del micrómetro (aprox. 0.04 micrómetros), se obtienen de un proceso de precipitación o pirólisis.

Son utilizadas sobre todo en dientes anteriores ya que entre las ventajas que ofrece, se puede efectuar un mejor pulido, la superficie no resulta tan rugosa como en una resina compuesta con macrorrelleno y se obtiene mejor brillo, lo que las hace mucho más estéticas, aunque en la región posterior presentan desventajas como un menor módulo de elasticidad debido a sus inferiores propiedades físicas y mecánicas y una mayor sorción acuosa. (10, 15).

Las resinas de microrrelleno por lo regular tienen una porción de relleno inorgánico y otra porción de relleno obtenido de una resina compuesta pre polimerizada con una gran carga de sílice coloidal, este otro tipo de relleno suele conocerse como relleno orgánico, aunque está mal empleado el nombre de relleno orgánico ya que gran parte de su estructura es inorgánica (la resina compuesta triturada contiene partículas orgánicas e inorgánicas). El contenido final de relleno inorgánico es aproximadamente del 50% en peso, pero si se cuentan las partículas de resina compuesta triturada y añadida como relleno, este relleno puede alcanzar hasta el 80% en peso.

Las resinas de microrrelleno aunque en peso contienen bastante relleno en su composición aproximadamente el 40-80% de su volumen es resina.

Es una ventaja tener una menor contracción de polimerización, en este tipo de resinas, tienen una superficie más lisa y con un mejor pulido (menos rugosa y más tersa) gracias al tamaño de sus partículas, pero tienen propiedades mecánicas inferiores, lo que las hace por lo general restauraciones más débiles que aquellas de resinas compuestas de micropartículas o híbridas, ya que comienzan a presentar fracturas de romperse antes que una resina convencional o de otro tipo de relleno. (15)

### **Híbridas**

Estas resinas surgieron al buscar un tipo de resina que mantuviera una superficie lisa como las de microrrelleno pero sin perder propiedades físicas como resistencia y dureza.

Las formas de las partículas de sus rellenos determinan sus propiedades, cuando se tienen partículas irregulares se observa una concentración de tensión en las zonas con más ángulos. (9)

Tienen 2 clases de relleno este tipo de resinas, en la actualidad se constituyen por sílice coloidal y por partículas de vidrio triturado que contienen metales pesados por lo que el relleno es un 75-80% de su peso.

Tienen un tamaño medio de partícula de entre 0.4 y 1 micrómetros

Su nombre se debe a que su relleno es una combinación de macrorrelleno y microrrelleno. Está reforzada por una fase inorgánica de vidrios de diferente composición y tamaño. La mayoría de las resinas compuestas usadas en la

actualidad corresponden a éste tipo ya que al ser híbridas comparten cualidades de las resinas de microrrelleno como superficies menos porosas, un mejor acabado de pulido y cualidades de resinas de macrorrelleno en sus propiedades físicas. (15)

Disponen de una gran variedad de colores y capacidad de mimetización con los dientes, logra una baja sorción acuosa, la contracción de polimerización es menor, tiene muy buenas características para lograr un buen pulido y texturización, baja abrasión y su coeficiente de expansión lineal térmica es similar a las estructuras dentarias por lo que se pueden utilizar tanto en el sector de dientes anterior como posterior, con sus diferentes grados de matices, opacidad, fluorescencia y translucidez. (10)

### **Nanorrelleno**

Son relativamente recientes, contienen partículas con tamaños menores a 10 nm (0.01µm). El relleno se dispone de forma individual o agrupados en "nanoclusters" o nanoagregados. Todas las partículas de este tipo de resina son menores a 0.01 micrómetro, al igual las partículas de sus nanoagregados, las cuales en conjunto llegan a tamaños de aproximadamente 75 nm.

Su estructura ofrece alta translucidez, pulido superior, similar a las resinas de microrelleno pero manteniendo propiedades físicas y resistencia al desgaste equivalente a las resinas híbridas, por esto, tienen aplicaciones dentro de boca tanto en el sector anterior como en el sector posterior.

### **Nanohíbridas**

Su material de relleno suele ser sílice o zirconio. (10)

Es utilizada para restaurar sector anterior y sector posterior. Tiene en su composición una mezcla de nanopartículas con una dimensión aproximada de 25-75 nanómetros y partículas de tamaño convencional. Probablemente la más utilizada en la actualidad.

Presentan un tamaño similar al de los composites de microrrelleno, pero con los nanómetros aislados, no aglomerados, y distribuidos en la matriz orgánica de forma uniforme. La proporción de partículas de relleno equivale a la de los composites híbridos, y las propiedades mecánicas también son favorables. Los composites modificados por nanotecnología se emplean como composites universales para las regiones anterior y posterior. (21)

En el libro de materiales dentales de Phillips, las clasifica de la siguiente manera:

**Tabla 15-1** Clasificación de las resinas compuestas e indicaciones de uso

Tipo de resina compuesta	Tamaño de partícula	Uso clínico
Tradicional (partícula grande)	1-50 $\mu\text{m}$ vidrio	Zonas de gran tensión
Híbrido (partícula grande)	(1) 1-20 $\mu\text{m}$ vidrio (2) 0,04 $\mu\text{m}$ sílice	Zonas de gran tensión que requieren una gran calidad en el pulido (clases I, II, III y IV)
Híbrido (partícula mediana)	(1) 0,1-10 $\mu\text{m}$ vidrio (2) 0,04 $\mu\text{m}$ sílice	Zonas de gran tensión que requieren una gran calidad en el pulido (clases III y IV)
Híbrido (partícula pequeña/PP)	(1) 0,1-2 $\mu\text{m}$ vidrio (2) 0,04 $\mu\text{m}$ sílice	Zonas de tensión moderada que requieren un pulido óptimo (clases III y IV)
Híbrido condensable	Híbrido de partícula pequeña o media pero con una baja fracción de relleno	Situaciones que necesitan una mejor condensabilidad (clases I y II)
Híbrido fluido	Híbrido de partícula media pero con una distribución más fina en el tamaño de las partículas	Situaciones en las que se necesita una mejor fluidez o donde es difícil el acceso (clase II)
Microrrelleno homogéneo	0,04 $\mu\text{m}$ sílice	Zonas de baja tensión y área subgingival que requieren un mayor acabado y pulido.
Microrrelleno heterogéneo	(1) 0,04 $\mu\text{m}$ sílice (2) partículas de resina prepolimerizadas que contienen sílice de 0,04 $\mu\text{m}$ de tamaño	Zonas de baja tensión y área subgingival donde es esencial una reducción en la contracción.

PP; partículas de relleno pequeñas.

Tabla extraída del libro de Philips (15)

### 3. USOS Y APLICACIONES DE LAS RESINAS EN LA ODONTOLOGÍA

Las aplicaciones que tienen las resinas en odontología son diversas; son usadas para prótesis, sus diferentes presentaciones sirven para colocar bases, revestimientos y dientes artificiales tanto permanentes como provisionales. También son utilizadas en materiales de impresión, para reconstruir muñones, como cementos dentales, como selladores de fosetas

y fisuras, como materiales de obturación de cavidades (composites), para restauraciones estéticas en dientes anteriores y en zonas oclusales posteriores. Actualmente la vida media de una resina compuesta (hasta 7 años) se está acercando a la de una amalgama (10 años). (11)

#### **4. TÉCNICAS DE COLOCACIÓN**

No solo va a influir el tipo de resina que se utilice y sus propiedades físicas en el resultado final, también la técnica de colocación, sobre todo en el resultado estético.

##### **a. Estratificación**

La combinación de diversas resinas, al irse colocando en capas, permite al profesional la confección de restauraciones en diversos tonos policromáticos y con efectos de profundidad y naturalidad que son logrados mediante técnicas de estratificación de las capas correspondientes a la dentina, el esmalte y el borde incisal. (11)

Estratificar nos permite desarrollar colores más naturales y más o menos intensos en las restauraciones. Con la correcta estratificación de la técnica del Dr. Lorenzo Vannini por ejemplo, se pueden desarrollar más colores que los que se disponen comercialmente.

En esta técnica se busca la desaturación cromática de cervical a incisal y de palatino a vestibular, la colocación de varios estratos para generar

profundidad, y el control de la contracción polimérica al colocar múltiples capas. (16)

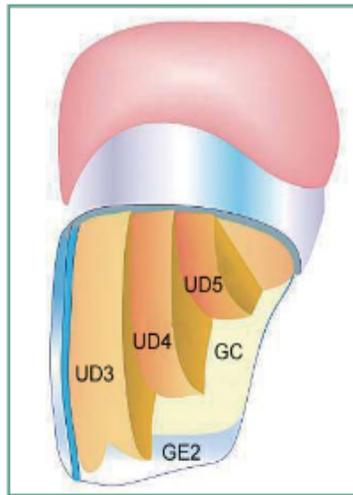


Fig. 13. Esquema de estratificación anatómica (esquema del Dr. Lorenzo Vanini).

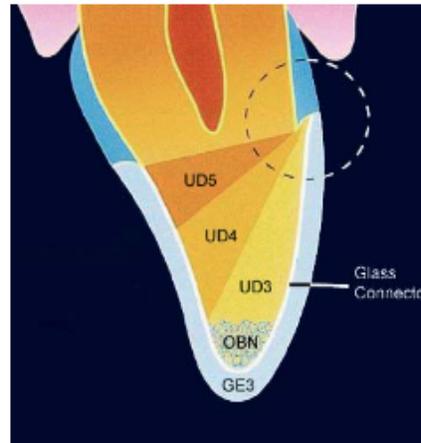


Fig. 14. Esquema en el que se muestran los incrementos oblicuos en las masas de dentina y la manera en la que éstos deben llegar al margen (esquema del Dr. Lorenzo Vanini).

Técnica de estratificación de resinas con la técnica del Dr.Lorenzo Vannini  
(22)

## b. Inyección

Ésta técnica es utilizada sobre todo para realizar carillas dentales cuando se busca una técnica que sea mínimamente invasiva. El primer paso para llevar a cabo ésta técnica es tomar impresiones para modelos de estudio y de trabajo con registro oclusal. Una vez listos los modelos, son montados los modelos de trabajo en el articulador se realiza un encerado diagnóstico y

cuando se logra obtener el resultado deseado se procede a la elaboración de la llave de silicona, la cual llevará una perforación que se recomienda sea por la parte incisal inclinándose ligeramente hacia palatino con el fin de que al inyectar la resina fluida ésta no deje huellas indeseables por la parte vestibular, ya que lo que se busca es que sean lo más estéticas posibles.

Una vez lista la llave de silicona, iniciando el procedimiento en boca, el diente debe ser preparado ya sea arenando primero y luego grabando con ácido ortofosfórico al 37%, o preparando solo con protocolo de grabado de esmalte y posteriormente realizando protocolo de adhesión para que una vez hecho esto ahora sí sea colocada la llave para inyectar la resina fluida y fotocurar. Cuando se realiza el procedimiento para varios dientes con una sola llave, se recomienda inyectar la resina diente por diente, aislando los dientes contiguos y repetir con cada uno de ellos, esto con el fin de lograr que el hilo dental pase entre cada uno de ellos. Para finalizar se realiza el pulido y acabado.

### **c. Estampado**

Ésta técnica está indicada en molares y premolares cuando se busca conservar la anatomía original de los dientes a restaurar y el diente mantiene su anatomía pero es necesario un manejo operatorio.

La técnica de Estampado fue descrita por Phillippe Perrin y la define como una técnica semidirecta en donde se realizan encerados de los dientes a restaurar para posteriormente generar una impresión de silicona que funciona como matriz, luego Varsha Rao simplifica la técnica convirtiéndola en directa, donde la impresión de la superficie dentaria se registra en boca

con un material fluido fotopolimerizable. Es una técnica simple, donde el procedimiento requiere de poco tiempo una vez iniciado en boca.

Para hacer una restauración con la técnica de estampado se debe realiza una profilaxis previa en la zona a trabajar, después se toma impresión de la zona oclusal completamente limpia con una resina fotopolimerizable especial para dicho registro, en éste registro se debe apreciar detalladamente la anatomía copiada y debe de tomarse con un aplicador el cual nos permita retirar el registro una vez fotopolimerizado. Después se procede a retirar la caries y realizar la preparación de la cavidad. Una vez lista la cavidad y retirada por completo la caries se debe realizar protocolo de grabado y protocolo de adhesión indicados para posteriormente proceder a colocar la resina, aislar con teflón, colocar el registro oclusal tomado para reproducir la anatomía original del diente y fotocurar. (9, 23)



Toma de impresión de anatomía oclusal con técnica de estampado (23)

## **CAPÍTULO III. ESTABILIDAD DEL COLOR Y OTROS FENÓMENOS FÍSICOS/ÓPTICOS EN LOS DIENTES Y LAS RESTAURACIONES A BASE DE RESINA.**

### **1. LUZ, COLOR Y CÓMO LO PERCIBIMOS**

Los colores que vemos no son sólo diferentes longitudes de onda, sino que son reacciones a los estímulos visuales a través de procesos complejos que se dan en nuestro sentido de la vista y su percepción en el cerebro como ya se mencionó antes. Nuestros ojos registran los colores, clasifican las aportaciones y las transfieren al cerebro siendo éste último el que codifica las señales. Se perciben colores también gracias a fotorreceptores llamados bastones y conos, células que son llamadas así por su forma.

#### **a. Percepción, el ojo, conos y bastones**

Las luces, diferentes en sus longitudes de onda, penetran en el ojo a través de su transparente revestimiento exterior, la córnea. Los músculos del iris se contraen y expanden para permitir que penetre mayor o menor cantidad de luz por la pupila, en función de la cantidad de luz disponible. La luz admitida se concentra en la parte posterior del ojo por tres medios refractantes: el humor acuoso, la lente del cristalino y el humor vítreo.

La parte posterior del ojo está cubierta por retina, que consta de células especializadas dispuestas en capas. La capa más importante para la visión del color son las constituidas por unos fotorreceptores llamados bastones y conos. Los bastones permiten distinguir formas con luz tenue pero sólo en

blanco y negro y los conos operan con luz más intensa para hacer posible la percepción de matices. (17, 19)

## **2. CUALIDADES DEL COLOR**

### Principios

Tal como lo interpreta el ojo, el color es el resultado de la absorción o la reflexión.

La luz que penetra en el ojo estimula los fotorreceptores en forma de conos y bastones que existen en la retina. Mediante una reacción fotoquímica, la energía se convierte en impulsos nerviosos y viaja a través del nervio óptico hasta el lóbulo occipital de la corteza cerebral. Los bastones se encargan de interpretar el valor y las diferencias de brillo. Y los conos interpretan el tono y el croma. Si la fuente de luz tiene todos los colores del espectro se produce una lectura verdadera. Si la fuente de luz carece de un determinado color se produce una lectura falsa (metamerismo).

Se dispuso de una descripción exacta de los colores y de la organización de sus interrelaciones hasta 249 años después de los trabajos de Newton sobre sus observaciones de la luz blanca en 1666. Robert Louis Stevenson, uno de los escritores más conocidos de la lengua inglesa, demostró los problemas que surgen al intentar describir el color. En 1915, Albert Henry Munsell creó un sistema numérico ordenado para la descripción del color que sigue siendo el sistema de referencia actualmente. En este sistema, el color se divide en tres parámetros: tono, croma y valor. (16)

Así como los humanos tenemos características que nos hacen diferentes entre nosotros como el nombre, edad, estatura, etc., o los objetos tienen

altura, anchura y profundidad, el color tiene tres cualidades visuales o características que nos permiten diferenciar uno de otro: matiz, valor e intensidad.

#### **a. Matiz/Tonalidad**

Se define al matiz como la calidad que distingue un color del otro. Por lo que matiz o tonalidad es el nombre dado a un color: rojo, amarillo, azul, etc. Es el grado de mezcla de los colores primarios.

Conceptualizando físicamente al matiz, esta relacionado con las longitudes de ondas electromagnéticas, en donde por orden va del color violeta, pasando por azul, verde, amarillo, naranja y rojo, se corresponde con un orden decreciente de longitud de onda. (11)

En las restauraciones, con el paso de los años suelen producirse variaciones de tono debido a la pigmentación intrínseca y extrínseca producida por los materiales de restauración, los alimentos, bebidas, tabaco y otros factores.

#### **b. Valor/Luminosidad**

Es el grado de brillo que tiene un color. Representa la claridad u oscuridad relativa de un color. Mientras más oscuro su valor es menor y entre más blanco su valor es mayor.

Un diente claro tiene un valor elevado y un diente oscuro un valor reducido. Se trata más bien de la calidad de luminosidad en una escala de grises de un color. (17)

### c. Cromatismo/Saturación

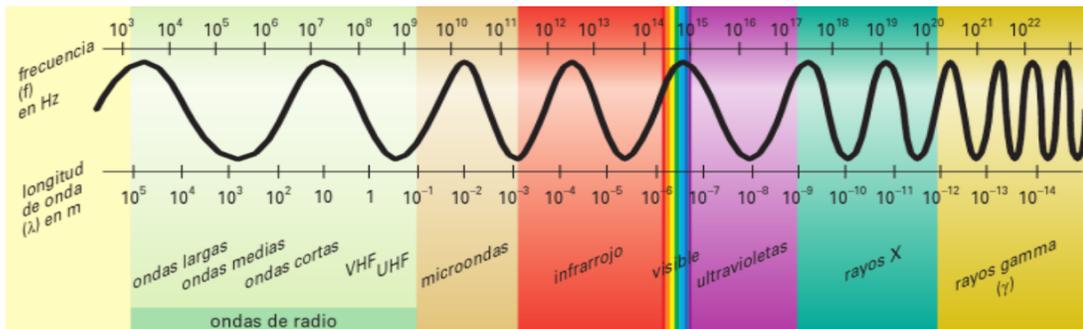
Es el grado de pureza o concentración de un color. Un color tiene más intensidad a medida que sean menos los colores que componen su mezcla. Cualquier color pierde o neutraliza su intensidad si se le añade a su composición el color blanco, negro o gris. (17)

Los colores débiles tienen una cromaticidad baja y los colores puros una cromaticidad alta.

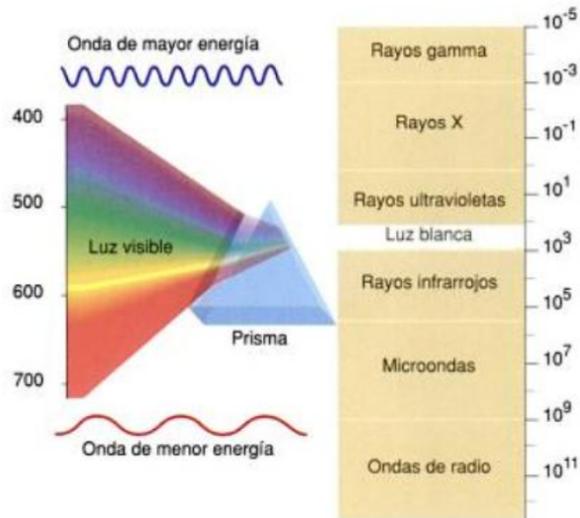
En general el cromatismo de los dientes aumenta con la edad, y es la cualidad que mejor se puede reducir por el blanqueamiento dental. (16)

### b. Espectro electromagnético y Espectro de luz visible

El espectro electromagnético es amplio. Las ondas que producen estímulos para percibir colores poseen una longitud de onda en la banda entre 380-750 nanómetros cuya banda se denomina espectro visible, la cual va del color rojo al azul-violeta y son sólo una pequeña fracción de este espectro.



Espectro electromagnético (24)



La luz blanca se separa de sus colores componentes cuando pasa a través de un prisma. La luz visible es sólo una pequeña porción del espectro electromagnético. Para el ojo humano el espectro visible va desde la luz violeta cuyos rayos de longitud de onda más cortos son de 280 nanómetros a la luz roja cuyos rayos visibles de mayor longitud son de 750 nanómetros.(25)

### 3. PROPIEDADES DE LA LUZ

#### a. Difracción

La difracción ocurre cuando una onda encuentra una obstrucción en su trayectoria y cambia de dirección o la “envuelve”

## **b. Refracción**

La refracción de la luz es el cambio de dirección que puede sufrir un haz de luz al pasar de un medio a otro. Éste fenómeno es evidente si el haz de luz no incide perpendicularmente en la superficie que limita a los dos medios en contacto. (26)

Una de las consecuencias de la refracción es que puede dar una sensación distinta de profundidad a la real.

## **4. PROPIEDADES DE LA SUPERFICIE Y CUERPOS AL INTERACTUAR CON LA LUZ**

### **c. Opacidad**

Es la propiedad de los materiales que bloquean el paso de la luz, la absorben o la reflejan. El hecho de que una superficie se vea de un cierto color se debe a que refleja la luz del color que se observa y absorbe todas las luces de los otros colores.

### **d. Translucidez**

Es la propiedad de los cuerpos en donde no se impide el paso de la luz pero tampoco permiten ver con claridad los objetos ubicados detrás, pues sólo permiten ver su silueta.



El esmalte se presenta con diferente translucidez en cada diente. (27)

**e. Transparencia**

Las superficies con esta propiedad permiten ver perfectamente lo que hay detrás, es decir, permiten el paso de la mayor parte de luz, lo que varía es la velocidad con la que viaja la luz en dichas superficies. (22)

**f. Reflectancia/reflección**

En una habitación oscura no podemos ver los objetos que nos rodean, pero si se iluminan con una lámpara los veremos. La posibilidad de verlos se debe a que reflejan toda o parte de la luz que incide sobre ellos. (26)

## **5. FENÓMENOS RELACIONADOS A LA PERCEPCIÓN DEL COLOR**

**a. Mimetismo**

El mimetismo es el fenómeno de copiar algo o adoptar el aspecto del medio que está rodeando. Es muy usado por animales para camuflarse y protegerse de los depredadores. En este caso hace referencia a que el

odontólogo al realizar una restauración con resina, copia las características de los dientes que le rodean y del mismo diente que se encuentra restaurando con el fin de que se mimetice con los demás y la restauración no sea notada. (22)

## **b. Metamerismo**

El metamerismo es un fenómeno que puede hacer que dos muestras de color tengan aparentemente el mismo tono bajo una determinada fuente de luz pero parezcan diferentes en otras condiciones de iluminación.

Existe más de una forma de conseguir un color. Puede ser puro o una mezcla de otros dos colores, por ejemplo: verde puro o una mezcla de azul y amarillo para obtener el color verde. El verde puro refleja la luz de la banda verde, mientras que la mezcla verde refleja simultáneamente las bandas de la luz amarilla y azul. Si se exponen ambos colores a una luz de espectro completo presentarán un aspecto muy parecido. Sin embargo, si se exponen a una fuente de luz que no contiene la banda azul ambos colores parecerán distintos. El verde puro seguirá pareciendo verde, pero la mezcla parecerá amarilla debido a que en la presencia de la banda azul, el ojo no podrá ver el componente azul de la mezcla.

Importancia clínica: El metamerismo complica la elección del color para las restauraciones. Una muestra puede presentar el mismo color bajo la lámpara del consultorio dental, pero no bajo la luz fluorescente del lugar de trabajo del paciente. Por lo que la mejor forma de elegir el color correcto es utilizando tres fuentes de luz distintas.

Es preferible escoger un color que quede bien bajo diferentes fuentes de luz, y no un color que sea exactamente igual bajo una fuente de luz, pero completamente diferentes bajo otras. (28)

Normalmente en un consultorio se utilizan tres fuentes de luz:

1. La luz natural exterior que entra por una ventana.
2. La luz incandescente de la lámpara del consultorio,
3. La luz fluorescente, blanca y fría de las lámparas del techo.

Las lámparas fluorescentes de color corregido se aproximan más a la luz solar natural. En éste caso se debe disponer de una sala con luz fluorescente blanca y fría para poder comparar los tonos cromáticos bajo ambas luces. Si el paciente pasa mucho tiempo bajo unas condiciones de luz determinadas, se debe dar prioridad a ese tipo de luz al elegir el color dental. (9)

## **6. OTROS FENÓMENOS RELACIONADOS CON LA LUZ**

### **a. Fluorescencia**

Este fenómeno ocurre cuando un material absorbe la energía de la luz ultravioleta e inmediatamente emite la radiación luminosa. Cuando el material fluorescente deja de ser expuesto a la fuente de luz, este deja de emitir la frecuencia visible de luz.

## **b. Fosforescencia**

La fosforescencia ocurre cuando un material almacena energía y la emite poco a poco durante un determinado tiempo sin importar que la fuente de radiación excitatoria inicial haya sido apagada o retirada. (26)

## **7. ESTABILIDAD DEL COLOR**

Hay diversos factores que influyen en la estabilidad de color de la restauración en boca como por ejemplo el tipo de activación de la resina, alimentos, longevidad del material y fatiga del mismo.

También influyen factores como higiene, susceptibilidad del esmalte y caries reincidente, haciendo referencia a que estos factores influyen en la durabilidad de la restauración y con ello a un posible cambio de color.

## **8. MODIFICADORES DEL COLOR**

Para que las restauraciones con resinas compuestas tengan una apariencia natural, deben tener tonos y translucidez semejantes a las estructuras dentales. La tonalidad se logra mediante la adición de diferentes pigmentos. Estos pigmentos normalmente son cantidades minúsculas de partículas de óxido de metal, La translucidez y opacidad se ajustan lo necesario para parecerse a la dentina y el esmalte. El opacificar sirve para reflejar la luz y entre más opacificador tenga una resina más refleja la luz. Para incrementar la opacidad los fabricantes añaden dióxido de titanio y óxido de aluminio a las resinas compuestas, también en cantidades minúsculas (0.001 a 0.007%

en peso), debido a que estos óxidos son unos opacificadores altamente eficaces.

Los primeros modificadores del color (Estilux Color, Heraeus Kulzer, Inc., USA) aparecieron en 1982. Estos colorantes dentales de croma reducido ampliaron las posibilidades de coloración, caracterización y opacificación dental. Dos años después, Heraeus Kulzer, Inc., USA (Durafill Color) y Den-Mat Corp. (Rembrandt) comercializaron modificadores del color de croma elevado. Diluyéndolos con resinas adhesivas de baja viscosidad, estos modificadores del color permitían variaciones ilimitadas del croma y una mayor flexibilidad.

En 1984, Cosmedent Inc. lanzó su sistema opacificador Creative Color and Renamel.

En 1987, Heraeus Kulzer, Inc., USA comercializó Durafill Color VS, una serie de colores opacos Vita muy pigmentados. Combinados con el correspondiente composite Vita, estos productos permitían obtener colores muy predecibles en los veneers de composite. También se han comercializado modificadores de color en forma de líquidos muy pigmentados con porcentajes elevados de microrrelleno (50%) hasta en pigmentaciones muy oscuras y opacas.

La mayoría de modificadores cromáticos que polimerizan con la luz visible contienen pigmentos de óxidos metálicos suspendidos en una resina bis-GMA y dimetacrilato de uretano. Los modificadores moderados contienen un 20-30% de peso de bis-GMA con microrrelleno de pigmento. Algunos opacificadores metálicos de reciente aparición son resinas cubrientes que se unen químicamente a las aleaciones de níquel-cromo y a

la amalgama. Esta unión está mediada por un componente 4-META. Panavia contiene un éster modificado de bis-GMA que se une químicamente a las aleaciones de níquel-cromo y a la dentina sin grabar; siempre que sea posible es mejor reforzar la adhesión química con elementos de retención mecánica, dado a que se desconoce la longevidad de estos adhesivos.

Los modificadores de color pueden mezclarse con los composites para modificar sus tonos, sin embargo, ésta mezcla puede tener consecuencias como la incorporación de aire que puede producir porosidad superficial, hay una reducción de la cantidad de relleno lo que da como resultado una modificación de las propiedades de la resina y también se pueden incrementar los tiempos de polimerización debido a los pigmentos que tienen los modificadores.

#### Pigmentos y opacadores

El objetivo de su uso es lograr mayor naturalidad en las restauraciones. Con los pigmentos y opacadores es posible lograr efectos y caracterizaciones encontradas en los dientes naturales, además de lograr revertir situaciones complejas y desfavorables como por ejemplo, no sólo restaurar una línea de una fractura a nivel dentina, sino también lograr ocultarla con resultados satisfactorios y darle un aspecto completamente natural, o también darle color a ciertas líneas del diente restaurado para darle un aspecto más similar a los demás dientes que se encuentran en boca, como el caso de ciertas líneas que los caracterizan y sus fosetas. Estos modificadores son resinas fluidas que contienen pigmentos vegetales y son utilizados para efectos especiales en las restauraciones con resinas compuestas (Buda, 1994).

Varios kits de pigmentos y opacadores están disponibles en el mercado en diversas tonalidades.(11)

Con la utilización de pigmentos es posible:

- Opacar superficies metálicas
- Ocultar líneas de unión entre resina y estructura dental, haciendo suave la transición.
- Esconder bases restauradoras y pines de fibra de carbono
- Reducir translucidez, aumentar o reducir saturación.
- Neutralizar coloraciones dentarias indeseables.
- Caracterizar la restauración con grietas, manchas, fisuras, pigmentaciones cervicales, mamelones y crear ilusiones de translucidez en distintas tonalidades. (11, 16)

## **CAPÍTULO IV. SELECCIÓN DE UNA RESINA COMPUESTA PARA RESTAURACIÓN ESTÉTICA Y SU ACABADO**

### **1. CRITERIOS Y PROCEDIMIENTO PARA LA SELECCIÓN DE COLOR**

Es una de las disciplinas menos enseñadas en odontología, menos entendida y más empírica. Los intentos por tomar adecuadamente el color muchas veces resulta en frustración ya que una inadecuada correspondencia de color es responsable de muchos fracasos en la búsqueda de la excelencia, en donde se entiende que la estética busca la perfección aplicada en la odontología restauradora.

Su toma sigue basándose en la colocación de guías de color en la boca por el profesional con el objetivo de encontrar la mejor coincidencia, por lo que aún es un método de prueba y error en el que la mayoría de profesionales ignora las características del color y los fenómenos que cambian el color tanto del diente como el color del material de restauración.

El buscar crear un sistema de toma de color es de apenas hace pocos años. Estos sistemas son el selectivo y el personalizado, que se basan en los tejidos dentales y principios científicos. La guía de color Vita Lumin existe desde 1956 y es la más conocida. En 1998 se creó una nueva guía de color, la Vita 3D Master cuyos cambios notables a la primera fue la disposición diferente de colores, con diferentes nomenclaturas pero guardando cierta similitud a la primera.

Se espera que en el futuro la toma de color sea una combinación de tecnología de imagen y una toma de color personalizada.

Son variados estos criterios ya que con la amplia gama de resinas compuestas y sus distintas propiedades físicas se debe buscar la adecuada en cada caso.

Algunos criterios básicos deben consolidar al profesional en el difícil proceso de selección de los materiales restauradores a ser utilizados en cada caso clínico en particular, dentro de los cuales podemos citar: capacidad de unión a la dentina y al esmalte dentario, resistencia al estrés funcional, resistencia al desgaste y abrasión, modelado y facilidad de manipulación, amplia diversidad de colores con grados diversos de opacidad y translucidez para una adecuada estética, posibilidad de obtención de un buen pulido, capacidad de proveer márgenes sellados y bien adaptados así como un costo accesible. (11)

Los distintos sistemas de resinas compuestas poseen algunas o varias de las características antes citadas, lo que permite que el clínico elija la mejor opción a utilizar según sea el caso o hasta combinar distintos sistemas compatibles entre sí, para obtener los resultados deseados, por lo que es necesario que el profesional conozca las características y propiedades de los distintos sistemas de resinas compuestas y de los tejidos dentales para que realice una mejor elección

El profesional debe conocer la estética natural de los dientes para lograrlos reproducir con éxito; el espesor y ubicación de los tejidos a ser sustituidos, así como sus características de color y opacidad.

El esmalte dental es un tejido transparente/ translúcido compuesto por una estructura formada por prismas y sustancia interprismática, que reviste a la corona dentaria. La dentina es una sustancia con baja translucidez, con variaciones de croma e intensidad de color. Aunque existen variaciones de composición y grados de mineralización, se sabe que, en promedio, la dentina permite el paso de 30% de la luz. Sólo en el esmalte, cerca de un 70% de la luz puede ser transmitida a través de su estructura.

Por esto, las resinas con mayor opacidad deben ser utilizadas como sustitutos de la dentina y las resinas más translúcidas como sustituto del esmalte. Los distintos espesores de dentina y de esmalte en sus ubicaciones específicas influyen en la interacción de la luz con los tejidos dentarios, así como son determinantes en las características de policromatismo en los dientes. El policromatismo de los dientes naturales exige una adecuada lectura cromática de las distintas áreas dentarias. (16)

Los dientes anteriores están divididos en tres tercios: cervical, medio e incisal. El tercio cervical, por poseer un espesor de esmalte más fino y una capa de dentina más gruesa, posee una mayor saturación. Además ésta es el área de la corona dentaria con mayor diámetro, esto da como resultado un área con mayor opacidad, debido a la menor transmisión de luz así como un croma más intenso, factores determinados por la mayor influencia de las características de la dentina en el aspecto cromático del diente. En lo que respecta al espesor del esmalte, éste aumenta gradualmente desde el tercio cervical hacia el incisal, lo opuesto ocurre con la dentina. El tercio medio es el responsable del matiz básico del diente, puesto que posee la denominada área plana (región de mayor reflexión de luz en una vista frontal) y mayor equilibrio entre los espesores de esmalte y dentina. La región incisal posee

mayor translucidez y, en algunos casos, hasta transparencia, debido a que es la zona de mayor espesor e influencia del esmalte dental.

Primero establecemos el matiz básico del diente en su tercio medio, posteriormente, determinamos el color del tercio cervical, que normalmente es de uno a dos tonos más saturado con respecto al tercio medio. Al determinar el color en la región cervical, el profesional establece concomitantemente una tonalidad próxima a la tonalidad de la dentina, y en consecuencia, logra parámetros que lo ayudan en la selección de una resina. En el tercio incisal, dependiendo de la edad del paciente y de los distintos factores como el desgaste y la abrasión, existe mayor variabilidad de características ópticas del diente. Ésta región representa un gran desafío de reproducción debido a la percepción de las múltiples variaciones de matiz, croma y valor existentes, además de ser una región sujeta a un gran estrés funcional. (11, 22)

Se deben observar todas las características del diente y del borde incisal como el tamaño, color, la forma del área translúcida, si hay presencia de un halo blanquecino en el borde incisal, y las formas de las estructuras dentarias como mamelones o caracterizaciones de manchas en el esmalte que se puedan encontrar en dientes contiguos con el fin de reproducir todas estas características en la restauración y que sea lo más parecida a la estructura original o que resulte con las características deseadas.

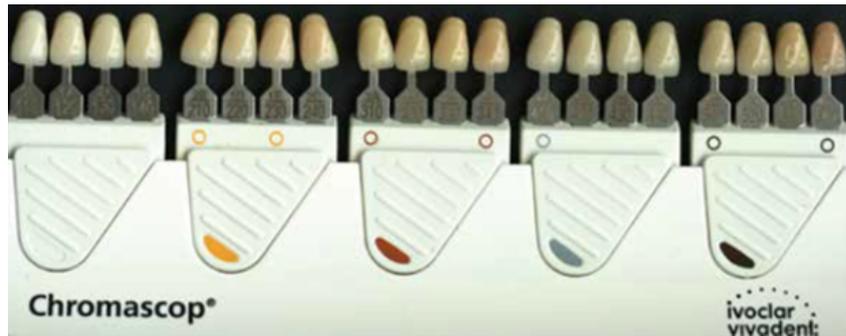
Ésta observación debe de ser realizada antes de cualquier aislamiento del campo operatorio y con los dientes humedecidos, ya que se sabe que, después del aislamiento, los dientes sufren un proceso de deshidratación que modifica las características de color y translucidez.

**a. Colorímetros**

La guía de color Vita es la guía de color más utilizada, aceptada universalmente y casi todos los sistemas restaurativos basan sus colores en ésta escala. La cromaticidad en este colorímetro se subdivide de acuerdo a su saturación yendo del 1 (tono más delicado) al 4 (tonalidad más fuerte). (16)



La guía de colores VITA classical A1 – D4 permite la determinación segura del color dental. En la familia de colores de VITA classical los colores se agrupan del modo siguiente: A1 - A4 (rojizo-marronáceo), B1 - B4 (rojizo-amarillento), C1 - C4 (grisáceo), D2 - D4 (rojizo-gris). (28)



Guía de color de Vita Classical es La de Chromascop ( Ivoclar Vivadent).  
Ideal para la toma de color de dientes y poder fabricar una prótesis o restauración similar en las tonalidades dentales de tu paciente.

- 20 colores divididos en 5 grupos cromáticos
- Grupos cromáticos extraíbles y desinfectables

(29)

#### **b. Dispositivos auxiliares para toma de color**

Es común idealizar un color y por ello tener la tendencia a elegir los mismos tonos siempre, cayendo así en el error de elegir incorrectamente el color.

Lo anterior ocurre porque el color es más una impresión en nuestro cerebro que una propiedad real de los objetos (es subjetivo). Cada persona tiene un proceso fisiológico para lograr su percepción y su propia memoria de color. Por ello es importante utilizar instrumentos que nos ayuden a una mejor selección de color como lo es la guía de color (colorímetro), cámara fotográfica y diferentes tipos de luz. (16)



Aditamentos para cámara Canon. (30)



Canon Macro Ring Lite MR-14EX II (31)

Método RGB (con cámara digital) :El término RGB se refiere a un espacio de color que reproduce los colores visibles mediante la mezcla aditiva de los 3 colores primarios. Su nombre en inglés recibe las siglas RGB por los nombres de estos 3 colores primarios que son Red, Green y Blue. La selección del color se toma auxiliándose mediante la cámara fotográfica.

## Espectrofotómetro



Espectrofotómetro Vita Easy Shade (32)

Diferentes tipos de luz (Luz cálida, neutra y fría) así como uso de fondos neutros. (placas de contraste)



Piezas de contraste dental intraoral, fondo negro fotográfico, kit de contraste para fotografía palatal (33)

### **c. Fenómenos ópticos que pueden afectar en la selección de color**

Estos fenómenos tienen que ver con el entorno en el que se hace la selección de color, el tipo de luz que se utiliza (si es luz fría o cálida), y si se selecciona dicho color bajo las condiciones adecuadas o bajo condicionantes que predisponen a elegir un color no adecuado en la restauración. Entre estos fenómenos se encuentran los ya mencionados con anterioridad que son el mimetismo y el metamerismo, pero también puede afectar por ejemplo si el método es inadecuado y el profesional selecciona el color sólo bajo un tipo de luz, con la vista fatigada o usando fondos que no sean de colores neutros.

Una enfermedad que puede afectar la selección del color es si el operador presenta daltonismo, ya que no puede percibir e identificar correctamente los colores.

### **d. Ambiente**

Para una adecuada selección de color deben ser considerado:

- Presencia de 3 tipos de luz: Luz natural, y luz artificial cálida y fría.
- El paciente debe presentarse de preferencia sin maquillaje.
- La ropa del paciente, paredes del consultorio donde se llevará a cabo la selección del color y en caso de ser utilizada cámara fotográfica los fondos utilizados para ésta deben de ser de colores neutros.
- El paciente debe de tener los dientes húmedos.
- Al usar el método de selección de color visual con ayuda de la guía de color del fabricante, tratar de no mirar por más de 7 segundos y descansar la vista

entre cada toma de color (esto con el fin de evitar fatigar la vista y que el color sea percibido erróneamente). (11)

## **2. TEXTURA**

### **a. Acabado y pulido**

El acabado y pulido final tiene una fuerte influencia en las propiedades ópticas y en la longevidad de la restauración, un buen acabado y pulido nos da superficies más lisas, menor desgaste y pigmentación, menor acumulación de placa bacteriana, contornos adecuados además de que mantienen la estética por mayor tiempo y un mejor efecto de mimetismo.

Lo primero que se busca es eliminar los excedentes de material de la restauración, luego una buena caracterización en la forma de la restauración lo más similar al diente (lóbulos, textura, surcos, etc.) al aplicar adecuadamente la resina y utilizando algunas fresas que ayuden a caracterizar la superficie para finalmente pulir. (9 , 12)

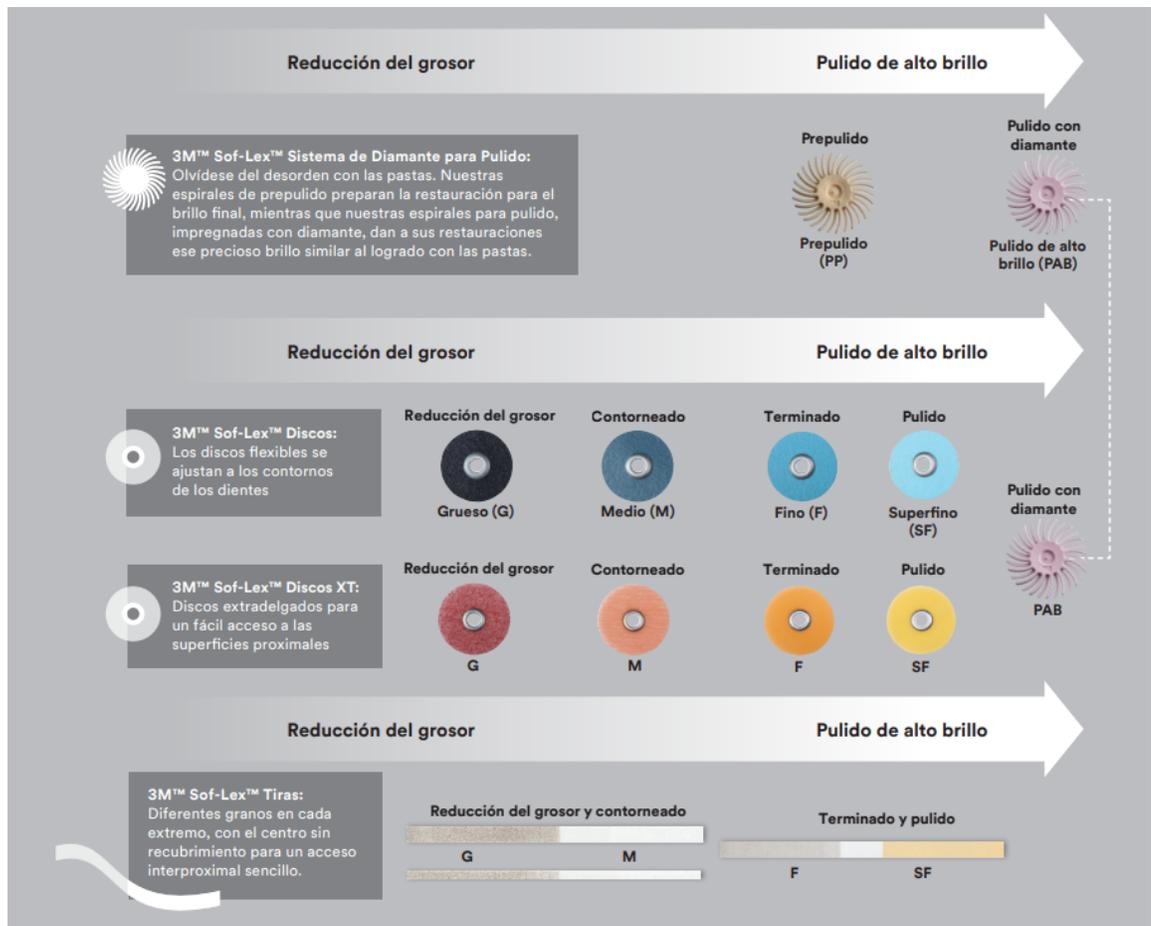
#### ***i. Sistemas de pulido***

Existen diversos sistemas de pulido, uno de ellos es el llamado “de un paso”, el cual se efectúa con pulidores de silicona o cauchos sintéticos, y también encontramos los sistemas de varios pasos, los cuales suelen utilizar discos flexibles.

El resultado final dependerá no sólo del sistema de pulido que se utilice, sino también de las propiedades de la resina compuesta que se esté puliendo y de la técnica (Seguir la secuencia que indica el fabricante, y el tiempo que se

invierte en realizarlo, así como la velocidad y presión que se aplique al realizar el acabado y pulir). (34)

- Ejemplo de un sistema de varios pasos de la casa comercial 3m:



Discos de pulido (Sof-Lex de 3M). Se deben utilizar varios discos en secuencia de grano cada vez más fino para el pulido y sistema de pulido de gomas(Sof-Lex Diamond de 3M). Primero se usa la espiral de prepulido para posteriormente pulir con la espiral impregnada en diamante. (35)

- Ejemplo de sistema de pulido de la casa comercial Ultradent:

Sistema de pulido Jiffy: Copas, discos y puntas abrasivas de goma de silicona impregnadas con carburo de silicio, óxido de aluminio o diamante, para pulir composites

Copa: Márgenes y superficies labiales      Disco: Superficies oclusales y labiales      Punta: Márgenes y superficies labiales



- Verde / Grueso, para ajustes y moldeados gruesos;
- Amarillo / Medio, para moldeados finos;
- Blanco / Fino, para pulido.



Cepillos: Impregnados con carburo de silicio para un pulido final. Copa: Márgenes y superficies labiales. Disco: Superficies oclusales y labiales. Punta: Márgenes y superficies labiales

Algunas casas comerciales que ofrecen sistemas de pulido: Kuraray, 3m, Ultradent, Dentsply. (36)

#### **b. Forma natural del diente**

Como profesionales, para lograr que una restauración sea estética no sólo por el color, es importante conocer tanto la anatomía dental, como las características y propiedades de cada uno de los tejidos dentales.

Las áreas cercanas a la pulpa tienen más cromaticidad. La alta cromaticidad cervical es debida también a una mayor dimensión en esa zona, aumentando en el tercio cervical, además de ser más opaca, mientras que el esmalte resulta más translúcido.



Corte donde se observan los tejidos dentales y su translucidez (esmalte y dentina) (37)

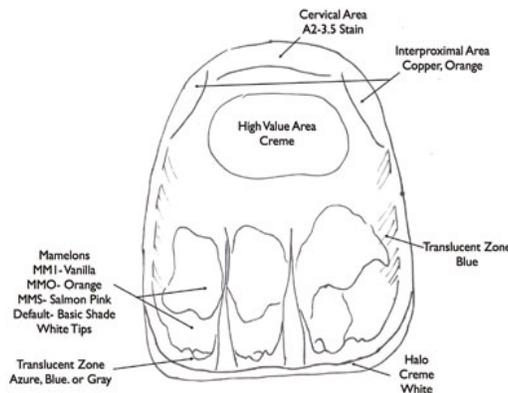
### **3. MAPA DE COLOR**

También llamado esquema de determinación de colores o mapeo cromático, sirve para anotar mediante dibujos (esquemas) todos los detalles observados en el diente, tanto anatomía, como tonalidades, transparencias, caracterización, etc., para mayor control del profesional con relación a las distintas capas de resinas a ser utilizadas.

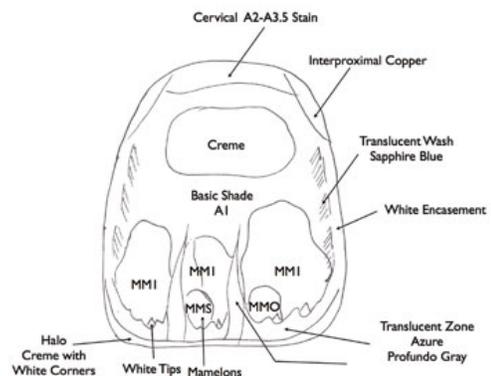
Para la determinación del matiz básico de los dientes, pueden ser utilizadas las escalas de colores. Pero para una mayor previsibilidad del resultado final de la restauración, es posible una simulación con la resina preseleccionada, sin un acondicionamiento dentario con ácido, con el fin de verificar si realmente existirá una mimetización de color con relación a la estructura dentaria remanente. Esta resina debe de ser modelada en el formato adecuado del diente, siendo fotoactivada obligatoriamente para lograr una adecuada observación del color, puesto que se pueden producir cambios en

el color de los composites después de su polimerización, tornándose más claras después de la polimerización. Esta simulación también hace posible que el clínico confeccione una guía de silicona que puede ser de gran utilidad en el proceso de determinación de la forma adecuada del diente y de la estratificación anatómica de las capas de resinas, facilitando el control de los espesores adecuados de cada capa, o dicha guía también se puede realizar utilizando un encerado diagnóstico. (11)

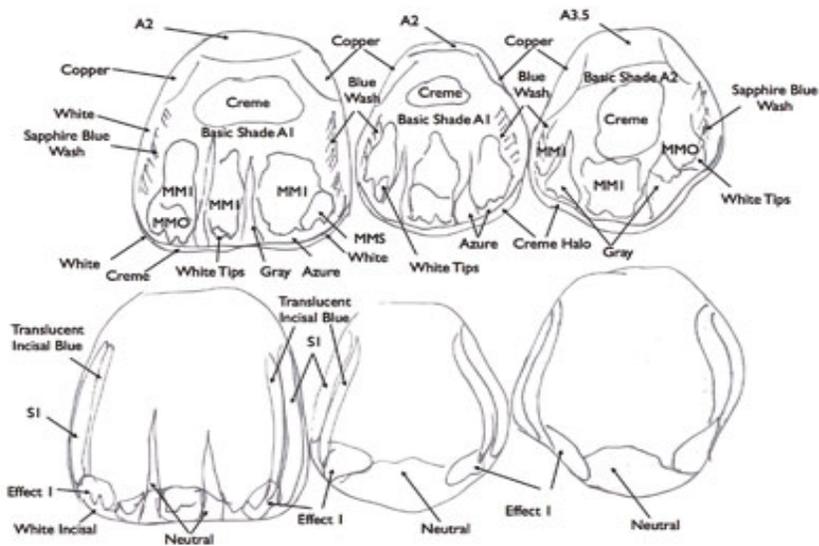
Para restauraciones que son elaboradas indirectamente y que son enviadas al técnico dental; es importante tener una buena comunicación y un buen esquema del mapa de color para que la restauración sea elaborada lo mejor posible.



Mapa de color de un diente incisivo. Selección de color de acuerdo a una referencia fisiológica.



Mapa de color para un central con valor alto (la forma del color anatómico permanece constante)



Mapa de colores de múltiples unidades, en donde se desea una apariencia natural, siendo el tono básico de la restauración el A1

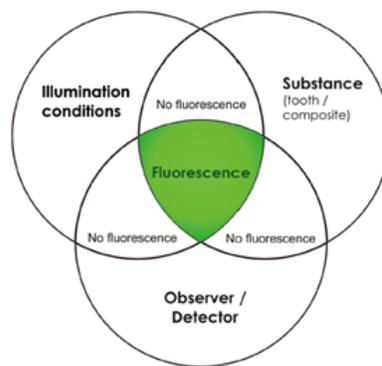
Mapa de color, cambio de tonalidades (38)



Mapa de colores para una restauración de resina compuesta con técnica de Estratificación Policromática. (39)

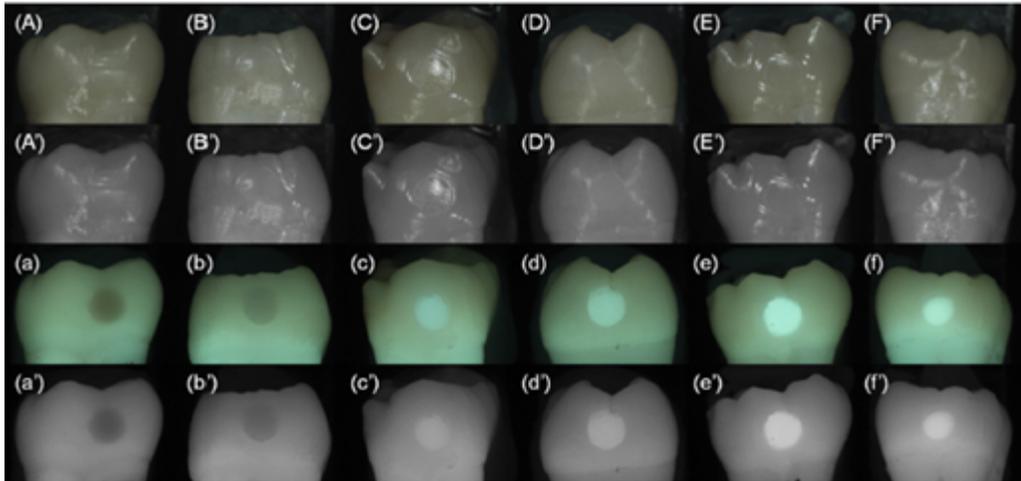
#### 4. FLUORESCENCIA EN LAS RESTAURACIONES

La fluorescencia es una propiedad que también tienen los dientes. La fluorescencia es la capacidad de los tejidos dentarios, y más específicamente de la dentina, de emitir alta luminosidad debido a la excitación de su estructura por los rayos de luz ultravioleta. Ésta propiedad se manifiesta más en ambientes como locales nocturnos pero la mayor fuente de luz ultravioleta es el sol.



Factores primarios en la etiología de la fluorescencia. (40)

Al igual que en las estructuras dentales naturales, la fluorescencia también se puede observar en restauraciones con resinas compuestas, aunque en un inicio ésta propiedad era muy distinta a la de los dientes naturales y en entornos nocturnos podían ser muy notorias, en la actualidad las casas comerciales que fabrican resinas compuestas buscan que la fluorescencia de estas sea similar a la de los dientes naturales para no hacerlas tan notorias ante ciertos ambientes.



Fluorescencia en dientes y resinas compuestas de distintas casas comerciales. Imágenes originales (A – F) y las correspondientes imágenes convertidas en escala de grises (A'– F '), e imágenes de fluorescencia (a – f) y las correspondientes imágenes convertidas en escala de grises (a'– f') de dientes restaurados obtenidas por QLF-D. Las marcas de los composites de resina restaurados son las siguientes: DenFil (A, A', a, a'), Filtek Z350 (B, B', b, b'), Premisa (C, C', c, c'), Grandio (D, D', d, d'), Charisma (E, E', e, e'), and Gradia direct posterior (F, F', f, f'). (41)

## 5. ADHESIÓN EN RESTAURACIONES CON RESINAS COMPUESTAS.

### a. Grabado ácido

Introducido por el doctor Takao Fisayama, el grabado ácido se realiza con agentes fosforados (ácido fosfórico), abrasivos para el esmalte y la dentina, en concentraciones del 35-38%. Su tiempo de grabado dependerá de la concentración del ácido y el tiempo que indique el fabricante y se debe tener

especial cuidado en la dentina, sobre todo cuando se tiene cercanía a la pulpa, para evitar ocasionar problemas en la pulpa y de sensibilidad. Para realizar el grabado, debe aplicarse sobre la superficie que se desea grabar el ácido en gel entre 15-30 segundos (35%).

Existen 3 técnicas de grabado ácido:

-Grabado total: Se utiliza cuando la superficie a restaurar puede tener poca retención y no es profunda (no está cerca de pulpa).

-Grabado selectivo: El grabado ácido sólo se aplica sobre el esmalte. Es ideal para evitar sensibilidad cuando se tiene una cavidad profunda y cercana a la pulpa.

- Grabado con adhesivo autograbable: Algunos adhesivos combinan el grabado ácido y su adhesivo en la misma fórmula y se distribuyen sobre el diente en un solo paso. Sexta, séptima y octava generación. (42)

#### **b. Generaciones de adhesivos**

Primera Generación: Fue el primer adhesivo que se utilizó, se lanzó a finales de los años sesenta. Su fuerza de adhesión al esmalte era alta pero la fuerza de adhesión a la dentina no, su adhesión a la dentina era muy débil, por lo general no más alta que 2 MPa. La adhesión era lograda por medio de la quelación del agente adhesivo al componente de calcio de la dentina; aunque la penetración tubular ocurría, contribuía poco en la retención de la restauración. Era común observar el desprendimiento de la restauración varios meses después. Eran recomendados para restauraciones retentivas de clase III y clase V pequeñas. También la sensibilidad postoperatoria era

común cuando se utilizaba esta generación de adhesivos en restauraciones oclusales posteriores. En la actualidad ya no son utilizados.

Segunda generación: Lanzados a principios de los años ochenta. Intentaron usar el barrillo dentinario como un sustrato adhesivo. Esta capa estaba adherida a la dentina subyacente con una fuerza débil. La capacidad de adhesión a la dentina era de 2-8 MPa, por lo que la retención mecánica en la preparación se necesitaba aún. También se observó microfiltración a nivel de dentina, y las restauraciones oclusales posteriores tenían frecuentemente sensibilidad postoperatoria significativa. Su estabilidad a largo plazo era mala al igual que su fuerza de adhesión.

Tercera generación : Tuvieron una notable mejoría ya que aumentaron significativamente en la fuerza de adhesión a la dentina (8-15 MPa), logrando mejor adhesión aún sin retención en la cavidad. Con esta nueva generación se lograron restauraciones más conservadoras y se disminuyó un poco la cantidad de casos con sensibilidad postoperatoria. , pero aún se presentaba en bastantes casos, sobre todo en restauraciones posteriores. Este adhesivo sólo presentaba el inconveniente de que su adhesión no era longeva. Su adhesión a los materiales comenzaba a disminuir después de los 3 años. 3 Pasos: Ácido + Primer + Adhesivo.

Cuarta generación: Surgida a principios de los años noventa, los agentes adhesivos de cuarta generación revolucionaron la odontología. Lograron gran fuerza de adhesión a la dentina (17-25 MPa) y disminuyeron la sensibilidad postoperatoria en las restauraciones posteriores, motivó por el cual se empezó el cambio de amalgama a obturaciones posteriores de resina directa. Esta generación se caracteriza por el proceso de hibridación

en la interfaz de dentina y resina entre túbulos dentinarios. Mejora así drásticamente la fuerza de adhesión a la dentina. Se caracteriza también por introducir el grabado total y la adhesión a la dentina húmeda, conceptos creados por Fusayama y Nakabayashi (padre de la adhesión actual) en Japón en los años ochentas, popularizados por Betollotti. Al utilizar más componentes en su proceso resultaron de mayor complejidad en su aplicación, por lo que es necesario una buena técnica y control de aplicación para tener éxito en los resultados. 3 Pasos: ácido + Primer + Adhesivo.

Quinta generación: Se adhieren bien al esmalte y a la dentina, siendo su cualidad más importante que se caractericen por un solo componente: una sola botella, por lo que no hay que hacer mezcla, lo que reduce las posibilidades de error. La fuerza de adhesión a la dentina se encuentra en el rango de 17-25 MPa, resulta apto para todos los procedimientos dentales (excepto en la combinación con cementos resinosos y composites que sean autocurables).

Actualmente los adhesivos de 5ta generación son los más populares por ser fáciles de utilizar y con buenos resultados, además que la sensibilidad postoperatoria también se reduce considerablemente a comparación de las generaciones 1-3. 2 Pasos: Ácido + (Primer/Adhesivo)

Sexta generación: Estos adhesivos no requieren grabado, por lo menos en la superficie dental. Esta generación no es tan aceptada universalmente. Algunos adhesivos introducidos desde el año 2000, fueron diseñados específicamente para eliminar el paso de grabado. Tienen un líquido acondicionador de dentina en uno de sus componentes; el tratamiento ácido de la dentina es auto limitado, y los derivados del grabado se incorporan a la

interfaz diente-resina permanentemente. Aunque la fuerza de adhesión en dentina es buena y se mantiene fuerte con el tiempo (18-23 MPa), no son tan aceptados ya que en el esmalte no siempre ocurre lo mismo y sus múltiples pasos de aplicación en las distintas técnicas que hay en los adhesivos de 6ta generación pueden causar confusión en su aplicación y por ende un mal resultado. 2 Pasos: (Acondicionador /Primer) + Adhesivo.

Séptima generación: Utilizan un único paso, razonable y de fácil uso, simplifica la cantidad de pasos y componentes de la sexta generación y usa solamente un componente, es decir, un sistema que utiliza una única botella. Tanto la sexta como la séptima generación de adhesivos están disponibles para autograbado y adhesión de auto acondicionado ideales para procedimientos con técnicas que buscan disminuir o no causar sensibilidad postoperatoria en el paciente. 1 paso.

Octava generación: Son los adhesivos de autograbado. Con estos adhesivos no es necesario realizar un protocolo de grabado ya que en su fórmula contienen ácidos que acondicionan simultáneamente esmalte y dentina con una fuerza adhesiva de por lo menos 17 Mpa. Como ventaja principal es que resulta muy fácil de manipular para el odontólogo, pero no logra disminuir la sensibilidad postoperatoria. Cuenta con relleno nanométrico. 1 paso, autograbable.

(43, 15)

## **DISCUSIÓN/CONCLUSIONES**

Para una adecuada selección del color en restauraciones con resinas compuestas, es importante tomar en cuenta todos los factores que podrían influir, ya que de esto depende el éxito de la restauración, que nos lleve a un resultado estético y armónico en boca.

La selección del color en las restauraciones con resinas se ha llevado a cabo sobre todo de una manera empírica, y apoyándonos de herramientas auxiliares como son: colorímetro, cámara, colores neutros de fondo y utilizando distintos tipos de luz, esto ha dado buenos resultados.

La mayoría de fracasos en la selección de color se debe a que el odontólogo no tiene el conocimiento necesario sobre la forma correcta de hacerlo, además de no obtener un buen resultado por no utilizar herramientas auxiliares como las ya antes mencionadas o utilizarlas mal, de modo que no realiza una selección objetiva y precisa.

Antes de enfocarnos en la selección del color, es de suma importancia elegir una resina adecuada de acuerdo al tipo de restauración que se va a realizar y la técnica que se utilizará, ya que si se elige una resina con propiedades físicas no muy favorables, la restauración no será capaz de cumplir con las expectativas del paciente y del odontólogo. Para obtener las propiedades deseadas según el tipo de restauración que se busca realizar, en primer lugar es importante conocer el tipo de resina que se va a utilizar y el tipo de propiedades que confiere cada una de ellas.

Aunque hoy en día las resinas de macro y microrrelleno ya no se utilizan y están fuera del mercado, si estuvieran aún, por ejemplo, al buscar una

restauración estética, con un buen pulido y superficies lisas como es en el caso de restauraciones en dientes anteriores, donde no se soportan cargas de masticación altas, consideraríamos utilizar resinas compuestas de nanorrelleno, nanohíbridas, de microrelleno y de relleno híbrido, pero no sería recomendado usar de macrorrelleno, debido a que el macrorrelleno es bueno soportando las fuerzas de masticación, pero no en conferir una buena superficie que sea lisa y donde se obtenga buen pulido ya que su mismo tamaño de partícula de relleno ocasiona erosiones y en su contraparte, si deseamos realizar una restauración en dientes posteriores, deberíamos buscar que la resina sea capaz de soportar cargas de masticación; entre las resinas que soportan estas cargas tenemos a las de macrorrelleno, de nanorrelleno con nanoblusters y nanohíbridas pero no podemos utilizar resinas de microrelleno, ya que no serán capaces de soportar las cargas de masticación.

Las resinas compuestas más utilizadas actualmente son las nanohíbridas (consideradas como resinas universales) por su uso versátil en dientes anteriores y posteriores, ya que tienen adecuadas propiedades físicas y ópticas para ser utilizadas en ambos casos. Sus propiedades se atribuyen al tipo de partícula de relleno.

A parte de seleccionar una resina por su relleno de acuerdo a las propiedades físicas que queremos reproducir, es importante seleccionar la resina por sus características de color; como lo son tonalidad, luminosidad y saturación. Sus distintas propiedades de color son importantes para poder lograr caracterizar una restauración. Por ejemplo, una resina con mayor transparencia ayudará a caracterizar esmalte, mientras que una resina con mayor opacidad ayudará a caracterizar dentina o hasta cubrir

pigmentaciones no deseadas, resinas con más pigmentos sirven para caracterizar manchas y/o partes anatómicas del diente para que se vean más naturales, como fosetas y fisuras. Por ello es importante conocer a la perfección los tejidos del diente, para poder reproducir de la mejor manera sus propiedades ópticas con los diferentes tipos de resinas que hay para ello.

Otra cuestión importante es el proceso para la selección de color de la resina. Esta selección se debe realizar apoyándonos en las herramientas necesarias para que se realice lo mejor posible, de una manera objetiva y precisa como ya se ha mencionado.

El odontólogo debe contar con colorímetros, además de conocer factores que influyen en la selección, como por ejemplo la fatiga visual (se debe descansar la vista unos segundos entre una toma de color y otra). También puede auxiliarse con el uso de una cámara, para las fotos que se tomen (intra y extraorales) y conocer conceptos y manejo básico sobre fotografía, debe saber utilizar el ISO, nitidez, contraste, saturación y claridad de su cámara. Deben considerarse los tonos de las paredes del consultorio y colores de ropa del paciente. Si se utiliza un fondo que no es neutro, esto podría influir al proyectar el reflejo de un tono indeseado.

El odontólogo, además de considerar el uso del colorímetro, cámara, fondos neutros, y el factor de la fatiga visual, también debe considerar que cada casa comercial tiene sus propias formulaciones para la elaboración de sus resinas, por lo que puede variar un poco una resina de una casa comercial a otra aunque en teoría se trate del mismo color, por ello es importante que antes de comenzar a restaurar, se vea un poco de resina fotopolimerizada

sobre el diente al que se quiere igualar el color para ver si el tono que estamos seleccionando una vez polimerizado realmente se asemeja al tono que estamos buscando, hay resinas que pueden variar cómo se ven ya fotopolimerizadas. Aunado a esto, uno de los factores más importantes para la selección es el tipo de luz que se esté utilizando, no es o mismo una luz fría a una cálida, ya que los colores reflejados por cada una de estas luces puede variar bastante, por ello es importante seleccionar el color bajo varios tipos de luz; luz cálida, fría y natural, además de considerar bajo qué tipo de luz pasa más tiempo el paciente, para probar con ese tipo de luz y cerciorarnos que sea una buena selección.

Si no se considera usar distintos tipos de luz en la selección de color se corre el riesgo de colocar un tono que bajo la luz en la que se realizó la selección se vea bien el color, pero al pasar a otro tipo de luz, el resultado del color observado sea diferente, terminando en una restauración no mimética.

Entre más herramientas y conocimientos utilice el odontólogo en el proceso de selección del color, y que dichas herramientas sean usadas de forma correcta, se logrará un mejor resultado para que una restauración sea estética y funcional. No sirve tener todas las herramientas si no se tiene el conocimiento de cómo utilizarlas.

Se puede lograr una buena selección de color y de resina con un resultado excelente en la restauración si se tiene el conocimiento necesario de cómo hacerlo aún con herramientas limitadas, pero es difícil que se logre una buena selección de color y resina teniendo muchas herramientas si no se tiene el conocimiento.

Seleccionar adecuadamente el color para una restauración con resina compuesta puede sonar aparentemente fácil, pero esto implica que el odontólogo tenga el conocimiento necesario de los factores y cosas que influyen, además de aplicar correctamente los procedimientos para ello. En la actualidad se busca una apariencia natural, donde la restauración reproduzca el aspecto de un diente natural en la mayor medida posible, pero sin dejar de lado su funcionalidad.

Sin dudas se puede obtener un buen resultado en la selección de color para una restauración con resinas compuestas. Es importante considerar aplicar el conocimiento no sólo de manera empírica (sobre todo cuando se tiene poca experiencia) y hacer uso de las herramientas necesarias de manera correcta.

## FUENTES DE CONSULTA

1. Mosby, Diccionario de Odontología, 2da edición, España, Editorial Elsevier, 2009.
2. Stanley Jablonski, Diccionario ilustrado de odontología, Filadelfia: WB Saunders, Editorial Médica Panamericana S.A., 1992.
3. Derek Hull. Materiales Compuestos [Internet], Barcelona, 2003 [revisión: noviembre 2019; consultado 25 febrero 2021] Disponible en: <https://books.google.com.mx/books?id=FiYskhjInm4C&pg=PA3&dq=resina+compuesta+definici%C3%B3n&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwif1vvVIKHrAhUHWq0KHarJAx8Q6AEwBXoECAIQAg#v=onepage&q=resina%20compuesta%20definici%C3%B3n&f=false>
4. Pilkington EL. Aesthetics and optical illusion in dentistry. *J Am Dent Assoc*, 1936, 23:641-651.
5. Real Academia Española [Internet] , DLE, Asociación de Academias de la Lengua Española, Actualización 2021 [Citado 15 Junio 2022] Disponible en: <https://dle.rae.es/est%C3%A9tico>
6. Real Academia Española [Internet] , DLE, Asociación de Academias de la Lengua Española, Actualización 2021 [Citado 15 Junio 2022] Disponible en: <https://dle.rae.es/percepci%C3%B3n>
7. Ricardo Rivas Muñoz, UNIDAD 12, OBTURACIÓN DE LOS CONDUCTOS RADICULARES, 2ª Sección: Gutapercha y condensación lateral, FES Iztacala UNAM, 2008, [Internet] [Consultado 8 Septiembre 2021] Disponible en: [https://www.iztacala.unam.mx/rrivas/NOTAS/Notas12Obturacion/gutapercha.html#:~:text=La%20gutapercha%20es%20el%20exudado,gutapercha%20\(18.9%20a%2021.8%20%25\)](https://www.iztacala.unam.mx/rrivas/NOTAS/Notas12Obturacion/gutapercha.html#:~:text=La%20gutapercha%20es%20el%20exudado,gutapercha%20(18.9%20a%2021.8%20%25))

8. Frederick A. Rueggerberg, Dr William Montomerie, From vulcanite to vinyl, a history of resins in restorative, dentistry DDS, M<sup>a</sup>, School of dentistry, The Medical College of Georgia, Augusta, J Prosthet Dent 2002: 87: 364-79
9. Aschheim Dale, Kenneth W., Odontología Estética: una aproximación clínica a las técnicas y los materiales, 2da Edición, Madrid, Elsevier España; 2002
10. Rodriguez G. Douglas R. Evolución y Tendencias Actuales en Resinas Compuestas [Internet], Venezuela, Universidad Central de Venezuela, Acta Odontológica Venezolana, 2007 [revisado 2019; consultado septiembre 25, 2019] Disponible en: [https://www.actaodontologica.com/ediciones/2008/3/evolucion\\_tendencias\\_resinas\\_compuestas.asp](https://www.actaodontologica.com/ediciones/2008/3/evolucion_tendencias_resinas_compuestas.asp)
11. Sanzio Márquez, Estética con Resinas Compuestas en Dientes Anteriores, Percepción, Arte y Naturalidad, Sao Paulo, Brasil, Editorial Amolca, 2006.
12. Barceló Santana, Federico Humberto, Materiales Dentales: Conocimientos básicos aplicados, 4ta Edición, México DF., Editorial Trillas; 2015
13. Kenneth J. Anusavice, Phillips Ciencia De Los Materiales Dentales, 11a Edición, España, Editorial Elsevier Saunders; 2004
14. Jorge Perdigao, Ana Sezinando, Enamel and dentin bonding for adhesive restorations, Editado por Pekka Vallittu, Non-Metallic biomaterials for tooth repair and and replacement, 1a edición, Philadelphia, USA., Editorial: WP Woodhead Publishing; 2013, p.45-89
15. Phillips, Ciencia de los Materiales Dentales, 13o edición, Barcelona, España, Elsevier, 2022.

16. Jordi Manauta, Anna Salat, Layers, Un Atlas de Estratificación de Composites, 1a edición, Editorial Quintessence, Barcelona, España, 2013.
17. Kupers Harald, El color (Fundamentos de la teoría de los colores), En: Gustavo Gili, Dibujo, 1ra edición, Barcelona, Ed. Brevia 1982. p. 130-142.
18. Paul Zelansky y Mary Pat Fisher, Color, 3a edición, Londres, Editorial Hermann Blume; 2001.
19. Silverthorn, Fisiología humana; un enfoque integrado, 4a Edición, University of Texas, Austin, Editorial Médica Panamericana, 2008.
20. Marcelo C. Chain, Luis Narciso Baratieri, Restauraciones Estéticas con Resinas Compuestas en Dientes Posteriores, 1a Edición, Brasil, Editorial Artes Médicas Latinoamericanas, 2001
21. 3M, Ciencia Aplicada a la Vida [Internet], Canadá, 2020, Multimedia 3M, [Citado 2022, Agosto 20] . Disponible en: <https://multimedia.3m.com/mws/media/1903333O/article-whats-in-your-composite.pdf>
22. J. Pérez Manauta, Luis Jorge Bellet Dalmau, Estratificación con composites en Restauraciones Anteriores Complejas Empleando las Cinco Dimensiones del Color. [Internet] .Abril, 2006. España, Maxillaris, Actualidad profesional e industrial del sector dental. Disponible en: <https://qdoc.tips/estratificacioncon-composite-en-restauraciones-ant-eriores-complejas-empleandolas-cinco-dimensiones-del-color-pdf-free.html>  
  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/revista?codigo=17412>
23. Fabián Villena Rodríguez, Restauración Técnica de Estampado en Resina Compuesta, Facultad de Salud y Odontología, Universidad Diego Portales, [Internet], 12 mayo 2017, [Consultado 15 julio 2022]. Disponible

en:

<https://fabianvillena.cl/blog/restauracion-con-tecnica-de-estampado-simplificada-en-resina-compuesta/#:~:text=La%20t%C3%A9cnica%20de%20estampado%20se,diente%20devolviendo%20potencialmente%20est%C3%A9tica%20y>

24. Dulce Maria Andres Cabrerizo, et al. Ciencias de la Naturaleza, Física y Química, 1a edición, Madrid, Editex, 2008. p. 128.

25. Helena Curtis, et al. Curtis Biología [Internet], 7a edición, Madrid, España, Editorial Médica Panamericana, 2000 [Consultado 3 mayo 2022]

Disponible en:  
[https://books.google.com.mx/books?id=mGadUVpdTLsC&printsec=frontcover&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.mx/books?id=mGadUVpdTLsC&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)

26. Carlos Gutiérrez Aranzata, Física General, 1a edición, Editorial McGraw Hill, México, 2009.

27. Milko Villarroel, et al., Direct Esthetic Restorations Based on Translucency and Opacity of Composite Resins, J Esthet Restor Dent [Internet] 2011; 23:73–88, [Consultado en: <https://sci-hub.se/10.1111/j.1708-8240.2010.00392.x> ]

28. Vita Zahnfabrik, Guía de Colores Vita A1-D4, México [Internet], México, Disponible en:

<https://www.vita-zahnfabrik.com/es/Guia-de-colores-VITA-classical-A1-D4-39702,27568.html>

29. Max Schmeling, Color Selection and Reproduction in Dentistry. Part 3: Visual and Instrumental Shade Matching, Universidade Federal de Santa Catarina, Brazil. Odovtos International Journal of Dental Sciences, vol. 19, núm. 1, pp. 23-32, 2017. [Internet] Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/4995/499555011004/html/>

30. [Cámara Canon 5D Mark IV con lente EF 24-105mm f/4L IS II USM11, 2022] [Fotografía, internet] [México], Fotografía a color. Disponible en:

<https://www.tiendacanon.com.mx/es/catalogo/camaras-digitales-reflex-canon/camaras-reflex-fullframe-canon/eos-5d-mark-iv-24-105mm-camara-canon>

31. [Canon Macro Ring Lite MR-14EX II, 2022] [Fotografía, internet] [México], Fotografía a color. Disponible en:

[https://www.canon.es/for\\_home/product\\_finder/cameras/speedlite\\_flash/macro\\_ring\\_lite\\_mr-14ex\\_ii/](https://www.canon.es/for_home/product_finder/cameras/speedlite_flash/macro_ring_lite_mr-14ex_ii/)

32. SCHMELING M., Selección de color y reproducción en Odontología. Parte 3: Escogencia del color de forma visual e instrumental.-ODOVTOS Int. J. Dental Sc., [Internet] January-April 2017 19-1 : [Consultado en Agosto 2022] 23-32. Disponible en:

<https://www.scielo.sa.cr/pdf/odovtos/v19n1/2215-3411-odovtos-19-01-00023.pdf>

33. [6 piezas de contraste dental intraoral, fondo negro fotográfico, kit de contraste para fotografía palatal, 2022] [Fotografía, internet] [México], Fotografía a color. Disponible en:

[https://www.amazon.com.mx/contraste-intraoral-fotograf%C3%A1fico-fotograf%C3%ADa-palatal/dp/B09D9YB32Y/ref=asc\\_df\\_B09D9YB32Y/?tag=gledskshopmx-20&linkCode=df0&hvadid=547139755560&hvpos=&hvnetw=g&hvrand=11870294803865782715&hvpone=&hvptwo=&hvqmt=&hvdev=c&hvdvcmid=&hvlocint=&hvlocphy=1010043&hvtargid=pla-1455507669014&psc=1](https://www.amazon.com.mx/contraste-intraoral-fotograf%C3%A1fico-fotograf%C3%ADa-palatal/dp/B09D9YB32Y/ref=asc_df_B09D9YB32Y/?tag=gledskshopmx-20&linkCode=df0&hvadid=547139755560&hvpos=&hvnetw=g&hvrand=11870294803865782715&hvpone=&hvptwo=&hvqmt=&hvdev=c&hvdvcmid=&hvlocint=&hvlocphy=1010043&hvtargid=pla-1455507669014&psc=1)

34. Lourdes Servián, Importancia del acabado y pulido en restauraciones con resinas compuestas en dientes anteriores. Reporte de caso clínico , Rev. cient. cienc. salud [Internet] 2019, 1(1):52-56 [Consultado Agosto 2022]

Disponible en:

[https://docs.bvsalud.org/biblioref/2021/11/1344004/rc\\_salud-18.pdf](https://docs.bvsalud.org/biblioref/2021/11/1344004/rc_salud-18.pdf)

35. St. Paul, 3M™ Sof-Lex™ Sistema de Diamante para Pulido, 3M, Ciencias aplicadas a la vida, [Internet] [Consultado en Abril 25, 2022].

Disponible en:

<https://multimedia.3m.com/mws/media/1204166O/sof-lex-diamond-technical-data-sheet.pdf>

36. Ultradent Products, Inc, Todos los derechos reservados, Guía Técnica para pulido de composites [Internet] 2022 [México], Texto y Fotografía a color. [Consultado en Abril 25, 2022]. Disponible en:

<https://la.ultradent.blog/2019/04/16/guia-tecnica-para-pulido-de-composites>

37. [Fotografía de tejidos dentales, 2022] [Fotografía, internet] [México], Fotografía a color. [Consultado en Marzo 28, 2022]. Disponible en:

<https://www.fotocommunity.es/photo/corte-dental-victor-vives/14687863>

38. Dentistry Today [Internet] John C. Schwartz, DDS , Shape of Color: Aesthetics from a Physiologic Perspective, Clinical News Magazine for Dentists, [Imagen, Internet] 2022 [México], Texto y Fotografía a color. [Consultado en Abril 25, 2022]. Disponible en:

<https://www.dentistrytoday.com/aesthetics/7321-shape-of-color-aesthetics-from-a-physiologic-perspective>

39. Dr. Cristian Basili E. Infodent Plus Lanzamiento producto RelyXMR Veneer. Sistema de cementación para carillas, Estratificación Policromática en Anteriores. Revista Dental N°88 [Internet] Julio - septiembre 2018 División Oral Care [go.3m.com/chileoralcare](http://go.3m.com/chileoralcare) [Consultado en Abril 27, 2022]

Disponible en:

<https://multimedia.3m.com/mws/media/1572259O/revista-infodent-plus-88.pdf>

f

40. Christian MELLER<sup>1</sup> and Christian KLEIN, Fluorescence of composite resins: A comparison among properties of commercial shades, *Dental Materials Journal* 2015, 34(6): 754–765.
41. Bo-Ra Kim, Si-Mook Kang, Gyung-Min Kim, Baek-II Kim, Differences in the intensity of light-induced fluorescence emitted by resin composites, *Photodiagnosis and Photodynamic Therapy*, Elsevier, 13 (2016) 114–119.
42. El grabado ácido: ¿Cómo funciona? [Internet]. Colgate.com. Colgate; 2022 [citado el 29 de agosto de 2022]. Disponible en: <https://www.colgate.com/es-ec/oral-health/bonding/acid-etching-how-does-it-work>
43. Sistemas adhesivos dentales. 7 generaciones de evolución. [Internet]. *Dentistaypaciente.com*; 2017 [citado el 29 de agosto de 2022]. Disponible en: <https://dentistaypaciente.com/investigacion-clinica-110.html>