

VARC
516
R. 15524



**Universidad
de Valparaíso**
CHILE



T
+676E
2013

EVALUACIÓN DE TRANSLUCIDEZ Y FLUORESCENCIA EN RESINAS COMPUESTAS DE ESMALTE Y DENTINA PARA SU MEJOR EMPLEO EN ODONTOLOGÍA ESTÉTICA.

Trabajo de Investigación
Requisito para optar a la
Especialidad de Odontología
Rehabilitadora Estética

Alumna: Dra. Constanza Toro Del Solar

Director Del Programa
Prof. Dr. Jaime Sarmiento Cornejo
Cátedra de Operatoria

Valparaíso - Chile
2013

Índice

Introducción	1
Marco teórico	3
Color y propiedades ópticas	3
Las Dimensiones del Color.....	4
Sistema CIE L*a*b	5
Color en Odontología.....	5
Propiedades Ópticas.....	6
Estructura del diente	14
Esmalte.....	14
Dentina.....	16
Resinas Compuestas	20
Filtek Z350XT	27
Ceram-X Duo.....	27
Título de la investigación	29
Objetivos	29
Objetivo general	29
Objetivos específicos.....	29
Materiales y método	30
Mediciones	33
Variables.....	34
Variables Dependientes	34
Variables Independientes.....	35
Materiales	35
Recolección de Datos	36
Resultados	38
Discusión.....	65
Conclusiones	74
Resumen.....	75
Bibliografía	76

Introducción

En los últimos años, las técnicas y procedimientos odontológicos estéticos han tenido un avance notable en lo que a disponibilidad de recursos y conocimientos se refiere, parte de los motivos de estos avances han sido las exigencias de los pacientes por tener restauraciones imperceptibles al ojo humano, paralelamente, se han efectuado grandes restauraciones con resinas compuestas directas con un importante mejoramiento de las propiedades ópticas de ellas y, además, se ha introducido la técnica de restauración estratificada la que permite lograr resultados muy similares a los dientes naturales, aun cuando seguirá siendo un desafío para los odontólogos el lograr restauraciones de excelencia con las resinas compuestas directas.

El objetivo principal de la odontología estética es lograr restaurar la estructura perdida de un diente en su forma, función y apariencia original. Este es un proceso complejo que requiere conocimiento de la anatomía dentaria, textura superficial, translucidez y color de la restauración, éstas son unas de las grandes razones por la cual cobra importancia el estudio a fondo de los sistemas actuales de resinas compuestas para técnica estratificada.

El mercado de materiales dentales ofrece una gran diversidad de sistemas de resina compuesta directa, esto genera muchas dificultades para elegir qué material usar, por eso, se necesita un conocimiento profundo del comportamiento físico y óptico tanto de los tejidos dentarios como del material restaurador.

Dentro de los factores que más afectan para obtener un buen resultado estético son las condiciones de la luz ambiental, donde influye de manera considerable el tema de la similitud de la fluorescencia entre material restaurador y diente natural, por otro lado influye también en la *translucidez del material restaurador*.

Actualmente, los fabricantes de resinas compuestas buscan maneras de mejorar las propiedades ópticas para imitar mejor las propiedades naturales de la dentición humana, por esa razón, muchas resinas muestran translucidez similar a la del diente natural, pero lamentablemente ninguna ha logrado igualarlas.

En la actualidad, los sistemas de resinas compuestas contienen varias jeringas con distintos tintes y distintos grados de translucidez: dentina, esmalte y efectos especiales, de este modo, la dentina se reemplaza con un composite opaco y el esmalte usando un composite más translucido, así se aplica la técnica de estratificación de composites que permite al clínico lograr restauraciones que son imperceptibles para los pacientes. El problema que tiene esta técnica es que el tiempo clínico requerido es mayor y las posibles combinaciones de composites es mucho mayor también, por lo que aumenta el riesgo de error en la elección del material.

La aplicación de las capas de composites es extremadamente difícil tanto por la influencia de los espesores de cada material como por la elección de la combinación correcta de colores, que es otra

gran razón para estudiar las diferentes características de translucidez en distintos grosores de los sistemas de resinas compuestas para técnica estratificada y la influencia de un tipo de resina sobre otra.

Debido a todos los factores mencionados anteriormente, este trabajo pretende comparar y evaluar los grados de translucidez y fluorescencia en distintos sistemas de composite y en distintos grosores de estos, de modo de dar una ayuda al clínico en la elección del material a utilizar en cada caso.

Marco teórico

Color y propiedades ópticas

El color es la percepción visual de un objeto según la forma cómo refleja o emite la luz.

En la retina del ojo existen foto receptores, conos y bastones, que reciben las señales lumínicas de distintas longitudes de onda y las envían al cerebro para ser interpretadas como percepciones visuales (Steenbecker y cols., 2006).

Los conos reciben las señales luminosas de los colores. Existen tres tipos de conos, cada uno tiene un foto-pigmento que recibe señales de una longitud de onda determinada ya sea verde, rojo o azul; por otro lado, los bastones permiten la visión en blanco y negro. El ser humano presenta mayor cantidad de bastones que de conos, por esta razón, puede distinguir mejor las escalas de grises que los colores (Steenbecker y cols., 2006).

El espectro visible (luz blanca) por los humanos corresponde a las longitudes de onda que van de 380 a 780nm. La luz de cada longitud de onda es percibida como un color distinto (Steenbecker y cols., 2006).

Cuando la luz blanca incide sobre un objeto, este absorbe algunas longitudes de onda y refleja otras, las ondas reflejadas son aquellas captadas por el ojo humano e interpretadas como colores (Steenbecker y cols., 2006).

Cuando un haz de luz tiene una determinada longitud de onda, quiere decir que dicho haz tiene un color. Las luces de color rojo, verde y azul son conocidas como colores primarios y con estos se pueden generar el resto de los colores.

Al combinar estos tres ases de luz se produce luz blanca y la ausencia de los tres da negro, a esto se le llama síntesis aditiva de los colores. La combinación de una luz roja con una luz verde da una luz amarilla; la combinación de luz verde con luz azul da luz cian; y una luz roja con luz azul da una luz magenta. Por lo tanto, el color amarillo, cian y magenta serían los colores secundarios desde el punto de vista de la teoría de la síntesis aditiva (Steenbecker y cols., 2006).

Es importante recalcar que los colores no son una propiedad de la luz sino que dependen de la respuesta fisiológica del ojo humano a la luz.

Otra forma de interpretar los colores se presenta cuando la luz no es directa sino que reflejada, en este caso, el color va a depender del objeto, donde parte de las ondas electromagnéticas son absorbidas y otras reflejadas.

Esta teoría del color se llama sustractiva y depende del color pigmento. A las ondas electromagnéticas se le sustraen las ondas que fueron absorbidas. De este modo, los colores primarios son cian, magenta y amarillo que van a absorber las ondas correspondientes a cada tipo de cono, por ejemplo, el amarillo no permite pasar las ondas que forman el azul; el magenta no permite pasar las ondas del color verde y el cian no permite pasar las ondas del rojo. Por lo tanto, si un objeto se observa azul es porque está absorbiendo las ondas correspondientes al amarillo y está reflejando las ondas magenta y cian que mezcladas van a formar azul. La combinación de estos tres colores va a ser negro porque no se va a estar reflejando ninguna luz, todo se va a estar absorbiendo (Steenbecker y cols., 2006).

Entonces, se reconocen como colores elementales al: rojo, verde, azul, amarillo, cian, magenta, blanco y negro.

Es importante tener presente que dependiendo del tipo de fuente luminosa y de su intensidad, la percepción del color de un objeto puede variar. Además, las características del objeto como su translucidez, opacidad, textura superficial, forma, tamaño, etc. van a determinar la percepción final del color del objeto (Steenbecker y cols., 2006).

Las Dimensiones del Color

Munsell describió tres dimensiones del color, MATIZ, CROMA y VALOR, que permiten la evaluación y descripción de los colores.

a) Matiz:

Son las longitudes de onda reflejadas que se denominan matices de colores, es lo que nos permite diferenciar un color de otro (Steenbecker y cols., 2006).

b) Valor:

Es el brillo o cantidad de luz reflejada por un objeto, independiente del matiz que tenga. Esta cantidad de luz es evaluada como un color claro u oscuro, es decir, mayor o menor cantidad de brillo en una escala que va desde el blanco, pasa por los diversos grados de gris y llega al negro que es el valor más bajo posible, con total ausencia de reflexión de luz. El valor se percibe mejor en fotografías en blanco y negro. Se dice que el valor es la dimensión del color más importante ya que el ser humano tiene más foto-receptores de bastones que perciben la visión en blanco y negro (Steenbecker y cols., 2006).

c) Cromas:

Es el grado de intensidad, saturación o pureza de los pigmentos de un determinado matiz. En otras palabras es cuando un color se ve más vivo o menos vivo sin alterar el valor. Solamente se pueden comparar cromas del mismo valor (Steenbecker y cols., 2006).

Sistema CIE L*a*b

El sistema CIE L*a*b se creó para proveer una escala de color estandarizada que pueda ser usado por cualquier persona y que los valores de color puedan ser comparados (CIE: commission Internationale de L'eclairage) (Dietschi et al., 2006).

Es un sistema que permite clasificar al color de manera tridimensional, donde el eje L* es de valor o brillo que va de 0 a 100 donde 0 es negro y 100 es blanco. El eje a* representa a la variación rojizo verdoso, donde los valores positivos del eje a* corresponden a coloración rojiza y los valores negativos a coloración verdosa y el eje b* al amarillento azulado, donde los valores positivos corresponden al color amarillo y los valores negativos al color azul. En el caso que estos ejes sean 0 es porque son acromáticos (Steenbecker y cols., 2006).

Color en Odontología

Para los odontólogos es un gran desafío lograr una estética de excelencia en las restauraciones directas de composites. Lograr enmascarar estas restauraciones depende de muchos factores, dentro de ellos la luz ambiental es uno de los factores principales (SantAnna y cols., 2007).

La luz es una forma de energía electromagnética que es visible por el ojo humano, también es el elemento más importante que permite la percepción del color en un objeto. La percepción de la luz no ocurre sólo por el color sino que también por las propiedades físicas y ópticas que son inherentes a las ondas electromagnéticas. Esas propiedades están relacionadas directamente al ambiente y a la presencia de luz en el objeto. Considerando que cada sustancia es capaz de transmitir la luz dependiendo de su composición. El tejido que compone los dientes es capaz de transmitir la luz, adicionalmente, cuando la luz se proyecta hacia la superficie del diente esta luz se puede reflejar, absorber, refractar y difuminar, por lo tanto, cuando la luz choca con un objeto crea un fenómeno de absorción, transmisión y reflexión. Entonces, la interacción de la luz con la materia normalmente resulta en la unión de 2 o más de estos fenómenos. La trayectoria de los rayos que interactúan con la materia pueden ser regulares, difusos o combinación de ambos (Villarreal y cols., 2011).

Por lo tanto, la mezcla de todos estos fenómenos va a determinar el color y la apariencia del diente y de la restauración. Para medir el color de manera cuantitativa se puede usar el sistema CIE L*a*b y para determinar una diferencia de color entre dos elementos se puede calcular el ΔE^* que corresponde a la diferencia de los promedios de los valores de cada parámetro.

En un estudio previo, se había reportado que bajo condiciones optimas un ΔE^* bajo 3,3 no era perceptible clínicamente y sobre este valor si lo era (Lee, 2004; Perez y cols, 2007), pero la U.S

Public Health Service (USPHS) determinó que este valor es 3,7. En todo caso, basados en un escenario clínico un 50% de los dentistas puede percibir una diferencia de color en un delta E* de 2,6 (Bin y Lee, 2008), pero para los efectos de esta investigación se utilizó el valor de 3,3 que está cercano a un valor promedio entre esos valores como límite para determinar si es o no perceptible la diferencia de color.

Propiedades Ópticas

a) Reflexión:

Es el cambio de dirección de un rayo que ocurre en la superficie de separación entre dos medios. Cuando este fenómeno óptico ocurre, el rayo de luz puede reflejarse en la misma dirección en que venía o en otra dirección. La forma en que esto ocurra depende del tipo de superficie con quien la luz choca y el ángulo en que inciden en la superficie. La reflexión de la luz en una superficie plana, se llama especular o reflexión regular, eso es porque el ángulo de incidencia es igual al ángulo de reflexión. En superficies rugosas, la reflexión de la luz se llama reflexión difusa ya que la superficie se comporta como infinitas pequeñas superficies dispuestas de manera irregular reflejando los rayos en distintas direcciones no en forma paralela. La reflexión difusa ocurre por los distintos ángulos en los que viaja la luz después de impactar con una superficie rugosa. La reflexión semiespecular o mixta ocurre cuando la luz incide en una superficie plana y es reflejada en ángulos levemente diferentes pero en la misma dirección. Esto genera una reflexión que es tanto especular como difusa (Villarroel y cols., 2011; Steenbecker y cols., 2006).

b) Refracción

Así como la luz se puede reflejar, también se puede refractar. El fenómeno de la refracción se produce por el cambio de dirección de los rayos luminosos que pasan de un medio a otro a diferentes velocidades. Si un haz de luz se dispersa en una superficie translúcida, parte del rayo es reflejado y otra parte es refractado. Específicamente, la luz que penetra el cuerpo translucido va a cambiar de dirección (Villarroel y cols., 2011).

El índice de refracción o relación entre velocidad de luz entre el vacío o un cuerpo concreto, es una propiedad típica de la materia que se usa para identificar materiales. Cuando el índice de refracción de luz en el vacío coincide con el índice de refracción en un medio, este medio es transparente, pero si ese índice es distinto a uno, el medio presenta características de translucidez o cierta opacidad (Villarroel y cols., 2011; Steenbecker y cols., 2006)

c) Absorción

La luz, además de ser reflejada y refractada también puede ser absorbida por la materia. Esta absorción es causada por una disminución de la radiación de energía luminosa cuando penetra un cuerpo opaco o atraviesa superficies transparentes. Las técnicas de absorción consisten en capturar las diferentes longitudes de onda que componen la luz blanca. En general los cuerpos no absorben todas las frecuencias del espectro de luz con la misma intensidad, es más, se produce una absorción selectiva (Villarroel y cols., 2011).

d) Transmisión

Transmisión de luz es otra propiedad de la luz y es considerada como doble refracción. Cuando se mira un cristal, es posible ver luz. Primero se produce una refracción inicial cuando pasa del aire al vidrio, después sigue su camino a través del vidrio y vuelve a refractar cuando llega al aire. En este proceso si el rayo de luz no es desviado de su trayectoria, se dice que la transmisión de luz es regular como en un vidrio transparente. Si la dirección del rayo de luz es en todas direcciones, se dice que ocurre transmisión difusa, es una propiedad típica del vidrio translucido. Si una dirección predomina sobre otra, se dice que hay transmisión mixta como en vidrio orgánico y cristales con superficies rugosas (Villarroel y cols., 2011).

Es por eso que se entiende que el comportamiento óptico para cada medio es determinado por varios factores incluyendo el grado de dispersión, refracción, transmisión y absorción de los rayos de luz (Villarroel y cols., 2011).

e) Opacidad y translucidez

La capacidad de un cuerpo de permitir el paso de luz a través de su interior se llama transmisión de luz. Un medio de transmisión se puede clasificar en 3 categorías que incluyen opaco, transparente y translucido. Estas características dependen de cómo un material específico o un cuerpo reaccionan a la luz incidente. Los cuerpos y materiales que tienen la habilidad de transmitir luz se dice que son transparente o translucido, esta última es la propiedad de una sustancia que permite el paso de luz pero la dispersa, por lo cual los objetos no se pueden ver claramente a través del material, por eso se puede describir como un estado entre opacidad completa y transparencia (Yu y Lee, 2008; Villarroel y cols., 2011; Kaizer y cols, 2012). Cuando un material no permite el paso de luz se considera opaco, sólo absorbe o refleja luz pero no tienen la habilidad de transmitirla. Esta propiedad se llama opacidad total (Villarroel y cols., 2011; Horie y cols., 2012; Kaizer y cols, 2012).

Cuando un objeto absorbe completamente todas las longitudes de onda de la luz se considera negro. Estas definiciones llevan a la conclusión que el objeto va a mostrar el color de manera proporcional a su opacidad más que a su habilidad de absorber y reflejar la

luz. De acuerdo a este principio un cuerpo translucido presenta color de manera inversamente proporcional al nivel de su translucidez (Villarroel y cols., 2011).

A diferencia de la materia opaca, un medio translucido o transparente permite el paso de la luz a través de su interior. Cuando un material es transparente el observador puede ver a través de él sin distorsiones de la forma del objeto que se encuentra al otro lado. Los medios transparentes pueden presentar propiedades acromáticas o cromáticas. Cuando el medio es acromático no va a influenciar en la percepción del color del objeto cuando se ve a través del medio. Los medios cromáticos afectan el color del objeto observado cuando se ve a través de él (Villarroel y cols., 2011), esta es una importante característica a considerar en las resinas de esmalte, ya que de esta manera van a influenciar en el color final de la restauración.

Al estudiar los materiales translucidos, hay cuatro factores importantes que determinan si el material es acromático o cromático, incluyendo la presencia o ausencia de color, el grosor del material, el grado de translucidez y la textura superficial (Villarroel y cols., 2011).

El color o la ausencia de él es una propiedad que se aplica a cuerpos translucidos tanto acromáticos como cromático. Normalmente un cuerpo se llama translucido acromático cuando permite el paso de luz por la dispersión de ella en su interior y hacia afuera del otro lado sin presencia de variación de color. Esto se atribuye a la transmisión de ondas de luz a través del cuerpo (Villarroel y cols., 2011).

Un material, sustancia u objeto se llama translucido cromático cuando permite el paso de luz dispersando a través de su interior pero reflejando sólo una longitud de onda. Esta longitud de onda única provee color a este cuerpo translucido. Es por eso que la percepción de color del mismo objeto a través de un cuerpo acromático translucido es muy distinta a la del mismo objeto a través de un cuerpo cromático translucido. Por lo tanto, la percepción del objeto es influenciada por el color del medio interpuesto (Villarroel y cols., 2011).

La translucidez de un material normalmente se determina con un parámetro de translucidez (TP). TP se refiere a la diferencia de color entre un material de espesor uniforme, sobre un fondo blanco y negro, lo que corresponde directamente al grado visual de translucidez. Un mayor valor de TP representa mayor translucidez, si el material es completamente opaco el valor tiende a cero (Yu y Lee, 2008; Ryan y cols., 2010).

Es sabido que un diente humano muestra un amplio rango de tonos y translucidez entre un paciente y otro y de un diente a otro dentro del mismo paciente, esto se produce en parte por factores relacionados a la edad y al sexo (Ryan y cols., 2010).

En la odontología, la dentina presenta translucidez cromática con una saturación que aumenta con el tiempo. El esmalte, sin embargo, presenta translucidez cromática y

acromática. Aun cuando la mayoría de la veces el esmalte tiene poco color, con el tiempo se va volviendo más acromático. De acuerdo a muchos expertos en el tema, el esmalte tiende a tener aspecto blanco amarillento o blanco grisáceo (Villarroel y cols., 2011).

Cuando se refiere a resinas compuestas, se aplican los mismos principios. Las resinas de esmalte pueden ser pigmentadas presentando translucidez cromática y acromática. Por lo tanto, la elección del pigmento es muy importante porque la percepción del color de la resina compuesta de dentina va a ser influenciado por el color del composite de esmalte seleccionado (Villarroel y cols., 2011).

Cuando se está trabajando con sustancias translucidas, es muy importante considerar la variación en el índice de refracción ya que está relacionado con el grosor del material. Cuando la luz se difunde en el interior, el material se vuelve translucido. La translucidez de una sustancia puede variar por el grosor del material, por ejemplo, si hay 3 cuerpos del mismo material en tres diferentes grosores, el más grueso va a ser el menos translucido (Villarroel y cols., 2011).

En el diente natural, el grosor del esmalte varía enormemente y es mayor en el tercio incisal y decrece gradualmente en el tercio cervical. Es por eso que la translucidez en el tercio cervical es mayor en comparación con la región incisal, permitiendo percibir de manera más clara el color de la dentina (Villarroel y cols., 2011).

Los dientes más jóvenes presentan valores de color más alto y normalmente con nada o muy poca translucidez, esto es por la mayor cantidad de esmalte presente. El esmalte de los dientes más envejecidos se vuelve más delgado y más translucidos incluso llegando a ser casi transparente. Además, los dientes más envejecidos presentan un valor de color mucho más bajo que los dientes jóvenes. Cuando este principio se aplica a resinas compuestas, especialmente a aquellas que restauran el esmalte natural perdido, es crítica una buena elección del grosor del material. Esto es importante porque un grosor pequeño puede cambiar significativamente el valor de la restauración y de este modo alterar la percepción del color debajo (Villarroel y cols., 2011).

El grado de translucidez del material es una propiedad que depende del rayo de luz. La luz no pasa siempre a través de la materia con la misma incidencia y dirección, muchas veces una gran fracción es reflejada por la acción de las partículas o anomalías propias del objeto. La translucidez está directamente relacionada con la difusión de la luz y ambos conceptos dependen en el índice de refracción del material, a mayor índice, mayor es el grado de dispersión de la luz y consecuentemente menor grado de translucidez (Villarroel y cols., 2011).

La textura superficial también es una característica importante de un objeto que puede cambiar significativamente la percepción de su translucidez. A medida que más luz refleja

un objeto, se observa menos absorción selectiva. Si las condiciones de la superficie permiten reflexión de luz, la transmisión se reduce de manera proporcional. Cuando la reflexión de la luz es mayor, el color del objeto tiende a ser más luminoso y de un valor más alto. La reflexión reduce la cantidad de luz que atraviesa el objeto. Por ejemplo, la translucidez de un vidrio arenado es mayormente reducida por la reflexión de luz en su superficie irregular, de esta forma el vidrio se torna más luminoso y más reflectante. El vidrio también se vuelve más opaco en su superficie por el límite de reflexión de la translucidez y transmisión de luz. Esta superficie no sólo modifica la percepción del color sino que también la translucidez y opacidad (Villarroel y cols., 2011).

El análisis de la interacción de la luz y el tejido dental es muy importante ya que es necesario para entender las propiedades ópticas del diente. En relación a esta interacción se puede decir que la dentina aporta el color y el esmalte es el modificador del color. A pesar que hay variaciones de composición y mineralización, es sabido que el esmalte permite un paso de luz promedio del 70,1% donde el 52,6% de dicha luz puede ser transmitida a través de la estructura dentinaria (Villarroel y cols., 2011).

Hay algunos reportes en la literatura que estudian los dientes como un todo, pero para un correcto entendimiento del fenómeno que ocurre en esmalte y dentina, ellos deben ser estudiados por separado (Villarroel y cols., 2011).

f) Fluorescencia

La fluorescencia es una propiedad óptica de la estructura del diente y por definición es la absorción de luz por una sustancia y la espontánea emisión de luz a una longitud de onda mayor con 10^{-8} segundos de activación. En odontología, se ha asumido que la fluorescencia es la absorción de luz UV (luz negra) por una sustancia y la emisión visible de luz en un espectro de tonos azules (Lim y Lee, 2007; Yu y Lee, 2008; Takahashi y cols., 2008). Va a depender de la duración de la exposición a la luz UV que puede ocurrir bajo luz día natural o bajo luz artificial como lámpara fluorescentes, flashes fotográficos o luz negra (SantAnna y cols., 2007; Lefever y cols., 2010), esta última, emite luz UV filtrada de 350nm a 400nm que cuando es absorbida por un cuerpo fluorescente resulta en la emisión de una luz azul intensa (Takahashi y cols., 2008).

La fluorescencia es el fenómeno en que la energía absorbida por un diente es convertida en luz de mayor longitud de onda, por lo tanto, el diente pasa a ser una fuente luminosa (Yu y cols., 2009). El espectro de banda de fluorescencia del diente natural varía entre 410 y 500nm, y provee una característica de color azul blanquecino (SantAnna y cols., 2007).

El diente natural emite una fuerte fluorescencia azul bajo la acción de la luz UV. Esta propiedad hace que el diente se vea más blanco y brillante durante la luz del día y en una

restauración tiende a dar un efecto iridiscente brillante, además, añade vitalidad de la restauración y minimiza el efecto metamérico entre diente y restauración (Lim y Lee, 2007; Yu y Lee, 2008; Takahashi y cols., 2008).

Es por eso, que elegir el tono adecuado y reproducir los efectos visuales de una estratificación natural de tejido dental es muy difícil ya que las distintas fuentes de luces emiten radiación UV en diferentes intensidades, resultando en diferentes patrones de fluorescencia tanto del diente como de la restauración (Takahashi y cols., 2008).

En esmalte humano se observan 3 picks lumínicos distintivos entre los rangos de 350-360, 405-410, y 440-450nm. El espectro fluorescente del esmalte natural tiene la forma de una banda ancha donde el máximo está a los 450nm y lentamente decrece a los 680nm. Cuando la dentina es irradiada con luz de 365nm, el pick de la fluorescencia azul se observa entre los 440±10nm (Lim y Lee, 2007).

En el diente humano, la dentina presenta mayor fluorescencia que el esmalte, debido a que la dentina contiene mayor cantidad de colágeno el que contiene aminoácidos como triptófano que emite fluorescencia (Takahashi y cols., 2008).

Los componentes básicos de los composites dentales no tienen fluorescencia. Esta propiedad se adquiere por la incorporación de elementos luminiscentes como europium, cerium e yterbium (tierras raras). Es importante recalcar que la transferencia de energía de varios de estos compuestos mezclados no es equivalente a la suma de las fluorescencias individuales. Una fluorescencia muy similar al diente fue obtenida de elementos que pertenecen a los grupos III, IV y V de la tabla periódica. Esta fluorescencia es altamente dependiente del tipo de material al cual estos compuestos son incorporados. El óxido de uranio fue usado por muchos años como iluminador fluorescente, pero su uso se ha eliminado por su liberación de radiación, además, su uso resultaba en la emisión de una luz color amarillo verdoso cuando el material estaba bajo luz UV (SantAnna y cols., 2007).

Actualmente algunos fabricantes han dicho que sus composites presentan fluorescencia similar a la estructura dentaria, esta propiedad favorecería enmascarar las restauraciones y consecuentemente lograr restauraciones que no se noten bajo iluminación UV (SantAnna y cols., 2007).

En ciertas ocasiones, los clínicos aplican sellante de superficie sobre las restauraciones, los valores de fluorescencia se reducen, lo cual se puede explicar porque disminuye la transmisión de la luz UV a través de la superficie del sellante. Al remover el sellante se puede volver a recuperar cierta cantidad de fluorescencia (Lee y cols., 2005), por eso se recalca la importancia de un conocimiento acabado de los materiales que se están utilizando.

Además hay que tener presente que la fluorescencia desaparece tras un envejecimiento acelerado de la resina, es por eso que se deberían crear formas para poder mantener la fluorescencia de las resinas en el tiempo (Lee y cols., 2006).

Por todas las razones mencionadas es que se indica que la fluorescencia es una propiedad muy importante en la estética final de la restauración (Lia Mondelli y cols., 2012).

g) Opalescencia

El ópalo es un mineral que se compone de esferas de sílica amorfa cementadas entre ellas con más sílica amorfa, por lo tanto, se produce una diferencia de refracción entre las esferas y el espacio entre ellas. Esta condición resulta en el fenómeno óptico de la opalescencia, dando una apariencia azulina bajo luz reflejada y una apariencia naranja café bajo luz transmitida. Esta situación se produce por partículas más pequeñas que la luz visible que se dispersa en un material translucido de un menor índice de refracción. Cuando el índice de refracción excede 1.1, el material puede emitir opalescencia (Lee y cols. 2005).

El esmalte dentario también tiene características opalescentes. Las características translucidas del esmalte resaltan los componentes de las ondas de longitud corta creando los tonos gris azulados que son visibles en el halo incisal (Lee y cols., 2005).

La opalescencia se comenzó a usar para dar vitalidad a la restauración y se incluyó como parámetro adicional a la determinación del color como el croma, matiz, valor y las caracterizaciones (Lee y cols., 2006).

La opalescencia se introdujo en los materiales dentales para producir el efecto lechoso iridiscente que presentan los dientes naturales. Las restauraciones que no son opalescentes, no pueden simular ese efecto. Para poder mejorar las propiedades ópticas de las resinas compuestas, se adicionaron varios rellenos y pigmentos. La opalescencia se ha obtenido por la adición de óxido de titanio muy fino, alúmina y aditivos de zirconio (Yu y cols., 2009), entonces las resinas compuestas están formadas por una matriz de resina y distintos rellenos con distintos índices de refracción, es por eso que se ha podido lograr la opalescencia (Lee y cols. 2005).

Para que se vea opalescencia, la resina debe ser translúcida, a medida que se aumenta el óxido de titanio, la resina se vuelve más opaca, por lo tanto, para intentar que sea una translucidez similar a la del esmalte natural, la concentración de este óxido debe ser menor al 0,25% (Yu y cols., 2009).

Los factores para maximizar la opalescencia de los composites son las siguientes: presencia de uno o más tamaños de partículas en la fase interna entre 380 y 500nm; gran diferencia en el índice de refracción entre la matriz y la fase interna; y alta dispersión en las partículas internas (Lee, 2008).

Estructura del diente

Las estructuras que conforman los dientes generan modificaciones en las propiedades ópticas de estos. El esmalte y la dentina tienen diferentes características estructurales y consecuentemente muestran distintas características a las ondas lumínicas.

El color y apariencia de los dientes son algo complejo ya que depende de las condiciones de luz, translucidez y opacidad, dispersión de luz, brillo, el ojo humano y la influencia del cerebro sobre la percepción del color del diente. Además, el color del diente depende del área donde se haga la medición, depende del grosor del esmalte y de la dentina (Lee y Powers, 2005).

Esmalte

El esmalte está formado por una matriz inorgánica constituida por sales minerales cálcicas básicamente fosfato y carbonatos, formando cristales de hidroxiapatita. Estos cristales presentan una morfología de hexágonos elongados cuando se seccionan perpendicularmente al eje longitudinal del cristal y una morfología rectangular cuando se seccionan paralelamente al eje longitudinal (Gómez y Campos, 2002).

El tamaño promedio de los cristales de hidroxiapatita en el esmalte dental es de $0,16\mu$ de largo y $0,02$ a $0,04\mu$ de ancho (Lee y cols. 2005).

Los prismas del esmalte están compuestos por cristales de hidroxiapatita que se disponen paralelamente al eje longitudinal del prisma. El conjunto de prismas conforma el esmalte prismático. En la periferia o en el límite amelodentinario existe el esmalte aprismático donde la sustancia adamantina mineralizada no constituye ni configura prismas (Gómez y Campos, 2002).

El esmalte es una estructura altamente mineralizada, con bajo contenido orgánico y pequeña cantidad de agua, es por eso, que tiene una mayor transmisión de luz que la dentina. En cambio la dentina tiene un tejido con menor contenido mineral, una estructura tubular orgánica, mayor contenido de agua y, por esta razón, es menos translúcida (Schmeling y cols., 2010).

En el esmalte prismático, los prismas son estructuras longitudinales que se dirigen desde el límite amelodentinario hasta la superficie del esmalte. Tienen un curso sinuoso. El diámetro es menor en su punto de origen y aumenta gradualmente a medida que se acerca a la superficie libre. Con microscopía electrónica de barrido se ha podido observar dos regiones en los prismas: una cabeza o cuerpo que tiene forma esférica seguida por un cuello estrecho, y la cola con terminación irregular. La cabeza corresponde a la sección más ancha, la cola es más delgada. Los prismas de esmalte se encuentran estrechamente asociados unos con otros y las cabezas de los prismas siempre se encuentran ubicadas entre las colas de los prismas vecinos y las colas ubicadas entre las cabezas, este sistema de engranaje confiere mayor resistencia al esmalte, así las cabezas

soportan las fuerzas masticatorias y las colas las distribuyen y disipan. El esmalte presenta muy poco material orgánico y este se distribuye en la periferia de los prismas rodeando la estructura, este material inorgánico es muy insoluble y se le llama vaina de los prismas, estas zonas se consideran zonas con menor grado de mineralización. (Gómez y Campos, 2002).

En las áreas cervicales los prismas se ubican de manera más horizontal y cerca de incisal o de la cúspide, los prismas cambian de dirección gradualmente llegando a ser oblicuos y casi verticales sobre los ángulos. Debido a este cambio de orientación de los prismas disminuye la translucidez del esmalte en estas zonas (Villarroel y cols., 2011).

La translucidez del esmalte se expresa normalmente con el coeficiente de transmisión, este es dependiente de la longitud de onda de la luz incidente. La transmisión de luz del esmalte humano aumenta a medida que aumenta la longitud de onda. Este efecto causa que el esmalte se vuelva más translucido bajo longitudes de onda más grandes. La relación entre el tamaño de la longitud de onda y la transmisión de la luz durante la selección del color es un parámetro importante ya que la naturaleza de la fuente de luz también influye en los resultados de translucidez y estética (Villarroel y cols., 2011).

En el esmalte existen las estrías de retzius que marcan la sucesiva aposición de capas de tejido durante la formación de la corona, por ello también se llaman líneas incrementales, las cuales darán textura superficial al esmalte. Los periquematies están íntimamente relacionados con las estrías de retzius, son surcos poco profundos existentes en la superficie del esmalte, estos periquematies son más marcados en dientes permanentes recién erupcionados y desaparecen con la edad, es por eso, que las personas de más edad presentan un esmalte más liso (Gómez y Campos, 2002).

El esmalte también modifica el aspecto cromático del diente por los fenómenos de reflexión, transmisión, refracción, grosor y textura superficial. Es importante hacer notar que el esmalte tiene la habilidad de atenuar los colores que están bajo él lo que puede afectar el aspecto cromático del diente. Es por eso, que las propiedades de reflexión y transmisión de luz del esmalte dependen de su textura, orientación de los prismas y su habilidad de reflejar la luz, además de sus características histológicas (Villarroel y cols., 2011).

Cuando las radiaciones luminosas no reflejadas pasan a través de la materia y llegan a los prismas en distintas direcciones, ocurre una refracción adicional. Esta refracción determina la variedad de grados de translucidez y opacidad presentes. Estas situaciones ocurren cuando la luz pasa a través de una estructura multicristalina como el esmalte dentario. Es por eso que la translucidez relativa del esmalte depende también de la reflexión de la luz y/o de las propiedades de transmisión del esmalte. La translucidez del esmalte también se puede atribuir a varios niveles de calcificación porque a mayor porosidad y menor mineralización del esmalte, mayor es el índice de dispersión. El esmalte incisal como proximal tienen una alta translucidez (Villarroel y cols., 2011).

Esta variación ocurre en dientes jóvenes, a medida que reflejan más luz, son más brillantes y presentan mayor valor de color, también tienden a tener una apariencia más blanquecina y menos translúcida. Estos pacientes normalmente tienen un esmalte más grueso y luminoso, atenuando de esta manera el color de la dentina. Por el contrario, los esmaltes más mineralizados y menos porosos se vuelven más translúcidos y tienen un valor más bajo, esto es lo que ocurre con los pacientes más añosos que presentan un esmalte levemente más delgado y translucido como resultado de un desgaste permanente. Este tipo de desgaste promueve que se vea más el croma dentinario en el tercio cervical (Villarroel y cols., 2011).

Toda la materia translúcida acromática sobre un objeto va a producir tonos más grises porque a medida que hay menor cantidad de luz reflejada el objeto ilumina menos. De este modo el esmalte translucido da un color grisáceo al diente, en cambio, el esmalte opaco es más blanco, más reflectante y más luminoso por su alto valor (Villarroel y cols., 2011).

Entre el área incisal del esmalte y la porción dentinaria hay una zona intermedia de marcada translucidez. Normalmente, esto es más visible en dientes jóvenes y prácticamente no existe en dientes viejos debido al desgaste incisal y a la falta de grosor suficiente del esmalte.

Esta zona intermedia, está relacionada con el fenómeno de opalescencia en el diente natural, una translucidez incisal de color azul grisáceo que rara vez se observa de manera continua y uniforme, normalmente se presenta en distintos patrones dependiendo de la forma de los mamelones de dentina (Villarroel y cols., 2011).

Dentina

La dentina se considera el tejido dental de mayor relevancia en relación al color. Desde un punto de vista óptico, la dentina es una estructura menos translúcida con varios tintes y variaciones de saturación (Villarroel y cols., 2011).

La dentina es el eje estructural del diente y constituye el tejido mineralizado que conforma el mayor volumen de la pieza dentaria. (Gómez y Campos, 2002)

Presenta dos componentes básicos: matriz mineralizada y túbulos dentinarios que atraviesan todo el espesor de la dentina y alojan a los procesos odontoblásticos que son prolongaciones citoplasmáticas de los odontoblastos. (Gómez y Campos, 2002)

El color de la dentina varía de un individuo a otro y durante la vida. La dentina es la encargada de proporcionar el color del diente. El color depende del grado de mineralización, pigmentos y edad, con la edad la dentina se vuelve progresivamente más saturada. (Gómez y Campos, 2002)

Los túbulos dentinarios son estructuras cilíndricas que se distribuyen en toda la profundidad de la dentina. El curso en la porción coronaria normalmente toma una leve curva con forma de S itálica,

volviéndose incluso más leve cerca de la raíz. La primera curvatura de esta doble curva empieza en el ángulo derecho en la superficie pulpar y se orienta hacia el ápice. Estos túbulos llegan hasta la unión amelodentinaria. Cerca del borde incisal o los ángulos de las cúspides, los túbulos se vuelven prácticamente rectos. A lo largo de toda su longitud ellos presentan pequeñas curvas secundarias regulares con forma sinusoidal. Estos túbulos dentinarios permiten a la dentina tener difracción selectiva a la luz, hay rayos que son reflejados y otros que son absorbidos. Este fenómeno, produce una opacidad relativa lo que es una propiedad especial de la dentina (Villarreal y cols., 2011), además, debido a su menor grado de mineralización es menos translúcida que el esmalte (Gómez y Campos, 2002).

La pared del túbulo está formada por dentina peritubular. Hay muchos más túbulos dentinarios por unidad de superficie en la zonas de dentina próximas a la pulpa, del mismo modo, el diámetro de los túbulos también varía siendo mayor en la proximidad de la pulpa (Gómez y Campos, 2002).

La dentina está compuesta químicamente por una matriz orgánica constituida por varios componentes donde uno de los más importantes es el colágeno tipo I. Se ha descrito presencia de colágeno tipo IV en la dentina opalescente, además, en la matriz orgánica se encuentran ciertas proteínas que cumplen distintas funciones durante el desarrollo dentario (Gómez y Campos, 2002).

La matriz inorgánica está compuesta por cristales de hidroxiapatita. Estos cristales son más pequeños y delgados que los del esmalte. Se orientan en forma paralela a las fibras de colágeno de la matriz dentinaria disponiéndose entre las fibras y también dentro de las mismas. En la fracción mineral, además, hay fosfatos amorfos, carbonatos, sulfatos y oligoelementos como flúor, cobre, zinc, hierro, magnesio, etc. Existe calcio ligado a la matriz orgánica que actúan como reservorio para la formación de cristales de hidroxiapatita (Gómez y Campos, 2002).

La formación de dentina peritubular se produce cuando se termina de producir la mineralización de la dentina intertubular. Se deposita en forma centrípeta en relación al túbulo dentinario de manera lenta y gradual y con la edad pueden llegar a obliterar parcial o totalmente los túbulos. Esta dentina es muy mineralizada, se caracteriza porque carece prácticamente de colágeno y su materia orgánica está formada por sustancias no colágenas como glicoproteínas, proteoglicanos y lípidos (Gómez y Campos, 2002).

La dentina intertubular se distribuye entre las paredes de los túbulos dentinarios y su componente fundamental son las fibras de colágeno que constituyen una malla fibrilar donde se depositan los cristales de hidroxiapatita. Hay una disminución de la dureza de la dentina en la zona próxima a la pulpa y se puede atribuir a la disminución de la dureza en la dentina intertubular y no al incremento de número de túbulos por área (Gómez y Campos, 2002).

La dentina más cercana al límite amelodentinario se llama dentina de manto, que es la primera dentina sintetizada por los odontoblastos, es una delgada capa debajo del esmalte, está formada

por fibras colágenas muy gruesas que se disponen de forma muy ordenada y regular. En la corona se orientan de forma paralela a los túbulos dentinarios y en la raíz son perpendiculares a ellos, esta dentina es menos calcificada que la circumpulpar, presenta, además, un número aumentado de túbulos porque contiene las ramificaciones terminales. La dentina circumpulpar es aquella que se empieza a formar después de la dentina del manto, forma el mayor volumen de la dentina. Las fibras colágenas son mucho más delgadas que las de la dentina del manto y además se disponen irregularmente, formando una malla densa. La calcificación es globular y no lineal como en la dentina del manto. La preentina es una capa sin mineralizar (Gómez y Campos, 2002).

La dentina primaria es aquella que se deposita desde que comienzan las primeras etapas de la dentinogénesis hasta que el diente entra en oclusión (Gómez y Campos, 2002).

A medida que aumenta la edad, la dentina primaria empieza a evolucionar o cambiar, originando dentina terciaria o secundaria la que tiene diferentes estructuras y composiciones lo que afecta al tejido y sus propiedades ópticas. En pacientes más jóvenes, la reducción en el diámetro de los túbulos dentinarios causa *dentina esclerótica progresiva y alta saturación* (Villaruel y cols., 2011).

La dentina secundaria es la que se forma una vez que ya se ha completado la formación de la raíz del diente, se deposita más lentamente que la primaria, su producción continúa durante toda la vida. La distribución de los túbulos es ligeramente menos regular que la primaria (Gómez y Campos, 2002).

La dentina terciaria se forma más internamente y deforma la cámara sólo en los sitios donde hay noxa (Gómez y Campos, 2002).

La dentina esclerótica, se forma por los estímulos lentos, persistentes y no muy severos, pueden producir depósitos de sales de calcio sobre las prolongaciones odontoblásticas en degeneración o alrededor de las mismas aumentando la cantidad de dentina peritubular, la que puede llegar a obliterar los túbulos y así queda toda la zona constituida por matriz mineralizada, generalmente se forma debajo del esmalte o en zona de caries de evolución lenta (Gómez y Campos, 2002).

Dentina Opaca o tractos desvitalizados se produce cuando en una lesión muy intensa, los odontoblastos se defienden retrayendo sus prolongaciones lo que deja tractos de túbulos vacíos. Si el estímulo es excesivo, produce muerte del odontoblasto y necrosis de sus prolongaciones y pueden ocurrir precipitaciones de calcio en la zona (Gómez y Campos, 2002).

Estos dos últimos tipos de dentina son menos permeables y más resistentes que la normal (Gómez y Campos, 2002).

Las propiedades ópticas son influenciadas por niveles de hidratación y orientación y también por el número y diámetro de los túbulos existentes. En un corte transversal del diente se observa gran cantidad de túbulos dentinarios de gran amplitud orientados perpendicular al corte. Si la luz incide

directamente en el centro de un corte horizontal en el tercio oclusal, la luz dentro del túbulo dentinario va a viajar en la misma dirección lo que va a determinar su translucidez.

En una sección longitudinal, la disposición de los túbulos es diferente, y del mismo modo, la percepción de translucidez también es diferente. Debido a la orientación del corte, influye enormemente el estudio del efecto de transmisión de luz a través de la dentina (Villaruel y cols., 2011).

Resinas Compuestas

En la actualidad hay una gran variedad de resinas compuestas para hacer restauraciones directas.

El objetivo final de la odontología estética es restaurar la parte perdida de los dientes a su forma natural, función y apariencia, este es un proceso complejo que requiere conocimiento detallado de la forma, textura superficial, translucidez y color de la restauración. Afortunadamente la técnica estratificada permite al clínico lograr restauraciones no perceptibles por los pacientes. Pero para ello se necesitan materiales de diferente translucidez: dentina, esmalte y efectos especiales. Así se logra reemplazar la dentina con un composite opaco y el esmalte con un composite más translucido. En los últimos años ha habido una tendencia a aumentar el número de tonos en los sistemas de composites lo cual dificulta al clínico para realizar la restauración, y, además, el hecho de usar más composites también aumenta el tiempo clínico para realizarlo. Existen dos tipos de composites: las resinas modernas de dos capas como Ceram X Duo que tienen resina de dentina y de esmalte y las resinas de más capas como el Filtek Z350XT que presentan capas de dentina, esmalte y body, pero en este último sistema se necesita más tiempo clínico para realizar el trabajo, pero los resultados son mejores, aunque con el otro sistema también se logran resultados aceptables (Ostervemb y cols., 2011).

Las resinas compuestas son materiales que están formados por diferentes elementos, por una matriz orgánica, que puede ser BIS-GMA o UDMA, entre otros; por plastificantes que sirven para bajar la viscosidad de la matriz orgánica (ej: TEGDMA); rellenos inorgánicos que son partículas con átomos de sílice de diferentes formas y tamaños, como cuarzo, sílice, cristales o vidrios de bario, etc; agentes de enlace que unen la matriz orgánica con los compuestos de relleno; sistema de activación que es un iniciador como el peróxido de benzoilo el cual debe ser activado, en el caso de los activados por luz se utiliza la canforquinona o la lucerina (Steenbecker y cols., 2006).

Según el tamaño de las partículas del relleno, las resinas compuestas se pueden clasificar en macro partículas (partículas de aproximadamente 10μ), minipartículas (partículas medianas de 1 a 5μ), micropartículas (partículas pequeñas de $0,1-0,04\mu$) o nanopartículas. Cuando se mezclan tamaños de partículas se llaman híbridos o microhíbridos. También existen las nano partículas que son combinaciones de partículas muy pequeñas (aprox. 5nm) y algunas partículas formando conglomerado. También existen las resinas compuestas nanohíbridas (Macchi 2007).

El tamaño de la partícula va a influir en la carga de relleno y en la facilidad de pulido, dureza, resistencia mecánica y en las propiedades ópticas de la resina (Steenbecker y cols, 2006).

Las partículas de una resina compuesta pueden ser obtenidas por trituración mecánica de un bloque de mayor tamaño o por tratamiento químico de los rellenos. Estas partículas van a tener composición y tamaños diferentes (Macchi 2007) y estas diferencias en los contenidos de relleno

juegan un importante rol en las diferencias de color entre las resinas, a menor relleno, más translucidez de la resina (Bin y Lee, 2006).

El comportamiento clínico de las resinas compuestas ha sido mejorado considerablemente en los últimos años con la incorporación de nano rellenos para producir una resistencia mecánica y una resistencia al desgaste adecuada mientras se conservan las propiedades estéticas. Se han desarrollado sistemas que estabilizan la polimerización para permitir la estabilidad de color, mejoras para la disminución de la contracción de polimerización para lograr una mejor adaptación marginal, se han incorporado agentes radiopacos y se han mejorado los sistemas adhesivos para mejorar la adhesión de la resina al diente. Una de las grandes mejoras fue la incorporación de la nanotecnología. Las resinas compuestas con nano relleno muestran un aumento en la resistencia mecánica, superficies más lisas y brillantes, disminución de la contracción de polimerización manteniendo una baja viscosidad. Además muestran una alta translucidez, pulido y mantención del pulido similar a los composite micro relleno pero manteniendo las propiedades físicas y la resistencia al desgaste como los composites microhíbridos (Yu y cols, 2010).

Los composite nanorelleno e híbridos muestran una mejor estabilidad de color y translucidez en comparación con las resinas que sólo tienen micro relleno. Las resinas híbridas que contienen mezcla de nano y micro relleno en proporción 2:1 son las que muestran mejor estabilidad tanto en color y translucidez. Las resinas nanorelleno mostraron mejor estabilidad de opalescencia que las resinas compuestas híbridas (Yu y cols., 2010).

Es sabido que la dispersión de luz aumenta con la diferencia de los índices de refracción de la matriz y con el aumento de las partículas de relleno. Además, se espera que aumente la dispersión cuando aumenta el tamaño del diámetro de las partículas (Emami y cols., 2005)

Optimizando la morfología del relleno y el rango del tamaño de las partículas teniendo un tamaño promedio más pequeño, se reduce la contracción de polimerización y se mejoran las propiedades estéticas de material (Leprince y cols., 2010).

Las resinas nanohíbridas tienen peores propiedades en comparación con la nanorelleno y se parecen más a las microhíbridas en su comportamiento (Moraes y cols., 2009).

El tamaño de las partículas de relleno es uno de los parámetros que afecta las propiedades de las resinas compuestas. Pero los composites dependen de muchas otras cosas como la estructura química, física y mecánica del monómero, de la matriz de polímeros, de los agentes de enlace y de la concentración, tipo, tamaño y distribución de las partículas, además, del proceso de fotoactivación incluyendo la naturaleza del fotoiniciador y del activador, su concentración, la intensidad de la lámpara de fotocurado y el tiempo de exposición (Ratelli y cols., 2012).

La nanotecnología se conoce como la producción y manipulación de materiales y estructuras en un rango de 0,1 a 100nm que se hace por procesos físicos y químicos. En los composites híbridos la

partículas van de 0,04- 20 μ y de 0,7 a 3,6 μ en composites micro-híbridos. Actualmente los composites de nanorelleno tienen partículas que van a de 5 a 100 nm (Ratelli y cols., 2012).

Se ha descubierto que el contenido de relleno es el factor más importante en la determinación de las propiedades del composite (Ratelli y cols., 2012).

Existen numerosos estudios que indican que hay muchos factores que contribuyen a cambiar las propiedades ópticas de las resinas como por ejemplo el tipo de matriz, la composición del relleno, las diferencias de los índices de refracción de las partículas inorgánicas y de la fase de matriz, el tamaño de las partículas de relleno, el rango del tamaño de las partículas e incluso aquellas partículas de pigmento. Por lo tanto, la matriz, el relleno y los aditivos van a influir en la translucidez y la fluorescencia de la restauración (Bin y Lee, 2006).

Es por esta razón, que dentro de las características básicas del material de relleno es que debe tener buenas propiedades ópticas y físicas, similares a las del tejido dental, el material debe ser de fácil manipulación y de fácil pulido. Además, el material debe tener una adhesión suficiente al tejido dental, no debe tener sabor y debe ser biocompatible (Zimmerli y cols., 2010).

Entre los rellenos encontramos el cuarzo, cerámica y sílica. Con aumento de cantidad de relleno, disminuye la contracción de polimerización, pero por otro lado, la fuerza compresiva y tensión, el módulo elástico y la resistencia al desgaste estarían aumentadas (Zimmerli y cols., 2010).

El contenido de relleno del composite se determina por la forma del relleno. En un estudio con diferentes tipos de composites, aquellos materiales con rellenos de composites pre polimerizados mostraron que tenían la menor cantidad de relleno y la menor fuerza flexural y dureza. Los composites con rellenos redondos tienen mayores cantidades de relleno, lo que está asociado con mayor dureza y mayor fuerza flexural. Para composite híbridos con mezclas de partículas no había una relación lineal entre relleno y fuerza flexural. La unión estable entre la matriz y el relleno va a determinar las propiedades del material (Zimmerli y cols., 2010).

Los nanorelleno y los nanoclusters permiten la estabilidad a largo plazo y entrega las buenas propiedades de pulido de los composites microrelleno. La estabilidad mecánica de los composites híbridos es por las partículas de gran tamaño o por los nanoclusters. Los nanoclusters se van deshaciendo de a poco por medio de las nanopartículas que lo componen, como estas partículas son más pequeñas que la onda de la luz visible, la superficie se mantiene pulida por más tiempo (Zimmerli y cols., 2010).

Las resinas compuestas de microrelleno en general están hechas de sílica preparada por un proceso pirogénico y las partículas tienen un tamaño promedio de 0,04 μ . Estas partículas tienden a agregarse y las estructuras de estos agregados resultan en un relleno de baja carga, lo que se traduce en baja resistencia a las fuerzas y baja resistencia al desgaste (Zimmerli y cols., 2010).

Los composites híbridos, microhíbridos y nanohíbridos contienen una amplia gama de tamaños de partículas, esta amplia distribución de tamaños de partículas permite una mayor carga de relleno resultando en una mejor resistencia a las fuerzas y mejor resistencia al desgaste. Cuando estos materiales se someten a la abrasión, la resina alrededor de las partículas de mayor tamaño se pierde lo que produce partículas de relleno protruidas. A veces se pierde toda la partícula lo que lleva a formar pequeños cráteres, esto genera irregularidades en la superficie resultando en pérdida de reflectancia de la superficie del composite (Zimmerli y cols., 2010).

Los nanocomposite son aquellos que muchos de sus rellenos se preparan con un proceso sol gel, donde las partículas de relleno se hacen a partir de un precursor líquido. Una parte de este proceso es la *sinetización* donde a partir de partículas pequeñas se forman partículas más grandes y se produce una adhesión entre cada partícula pequeña. Luego se inventó el sistema de aglomerado de nanopartículas o nanoclusters, que se comporta como partículas más densas y permite una mayor carga de relleno, esto permite que el material tenga la fuerza y resistencia al desgaste similar a los composite híbridos con un mejor pulido y propiedades ópticas (Zimmerli y cols., 2010).

Cuando el color de una restauración se combina con la translucidez y la fluorescencia apropiada, la restauración puede llegar a ser prácticamente idéntica al diente natural, es por eso que las restauraciones deben reproducir no sólo el color y forma, sino también la translucidez y fluorescencia del diente natural (Yu y Lee, 2008).

Varios fabricantes ofrecen líneas de esmalte, dentina y body con diferentes niveles de opacidad y translucidez. Sin embargo no hay estandarización al respecto de las propiedades ópticas de estas categorías y los resultados pueden ser inesperados o decepcionantes. Reconocer el nivel de translucidez del composite es tan importante que llega a ser comparable en importancia con la elección del tono del composite, es por eso que muchos investigadores han medido la translucidez de resinas específicas con un rango de contraste o con un parámetro de translucidez. Es una ventaja para el clínico conocer la translucidez de un composite en relación a la estructura del diente natural. Es cierto que para restauraciones pequeñas el uso de un composite que iguale en tono con una opacidad intermedia, es sencillo y da resultados adecuados, sin embargo, en situaciones estéticas de mayor complejidad, se hace necesario aplicar varias capas de composite con diferente translucidez y opacidad para generar una estética óptima lo más parecido posible al diente natural. Tener la información de los grados de translucidez y opacidad de distintos composites en distintos grosores es muy útil para predecir la habilidad del composite para bloquear el paso de luz a la estructura de un diente decolorado o de un fondo oscuro (Ryan y cols., 2010).

Un importante desafío en la clínica es restaurar la forma natural del diente. Esto incluye anatomía, profundidad y translucidez en las típicas condiciones adversas encontradas en las restauraciones dentales. Los clínicos tienen que lograr un contorno perfecto en un área que presenta poco espacio y poco grosor de material y la necesidad de usar materiales opacos en capas muy delgadas. Si se hace de manera incorrecta los resultados pueden ser inexpresivos, restauraciones sin vida porque

la translucidez y profundidad son características importantes cuando se quiere replicar la naturaleza (Villarroel y cols. 2011).

Entre las marcas comerciales no hay acuerdo general en los niveles de translucidez y opacidad de las resinas compuesta o su denominación. Esto, es avalado por la literatura ya que no hay ningún reporte a la fecha que estandarice estos materiales con respecto a estos temas, además, los fabricantes no entregan o entregan muy poca información al respecto. Sin embargo, hay términos como dentina artificial u opaca que son normalmente sinónimos de resinas compuestas de alta opacidad que presentan opacidad y translucidez similares a la dentina natural. Otros términos como esmalte artificial o body son usados para denominar resinas compuestas que presentan translucidez y opacidad, así como cromas, similar al del esmalte natural. También hay resinas de esmalte que se llaman translucidos o incisales que tienen translucidez más alta que lo normal que ayudan a lograr áreas de alta translucidez (Villarroel y cols., 2011).

Recientemente se desarrollaron composites que cambian el valor de la resina para alterar el valor de la restauración (Villarroel y cols., 2011).

Por otro lado, algunos autores dicen que las resinas body son resinas que tienen translucidez intermedia entre esmalte y dentina, esto permite al clínico sustituir ambos esmalte y dentina con una sola capa. Es por esto, que los conceptos de esmalte artificial y dentina artificial se refieren a composites diseñados para reemplazar las propiedades físicas y mecánicas como también de color y propiedades ópticas del diente (Villarroel y cols., 2011).

La dificultad más grande aparece al elegir el esmalte artificial, ya que cada fabricante ofrece propiedades individuales específicas y, además, existe una infinita variedad de nombres. Estas resinas normalmente están diseñadas para rellenar un área limitada de la restauración (Villarroel y cols., 2011).

Estudios recientes han mostrado que el material ideal para reemplazar a la dentina debe tener un tinte y opacidad uniformes, además de eso, una amplia gama de saturaciones. Este principio se basa en un estudio colorimétrico de valores de contraste del esmalte y dentina humanas haciendo innecesario elegir colores distintos al de la escala Vita A (A1 a A4) y B (B1 a B3). Los valores de las fluctuaciones de contraste en el mismo grupo no avalan el uso de diferentes niveles de translucidez y opacidad para dentina (translucido, regular y opaca) (Villarroel y cols., 2011).

En el mismo estudio, los valores colorimétricos para el esmalte varían de acuerdo a la edad dental, por lo tanto, se debe tener una amplia gama de resinas compuestas de esmalte para reemplazar el tejido dental. En el caso de esmalte joven, la elección de la resina recae en un color blanco lechoso de baja translucidez. En caso de un esmalte adulto, la resina debe tener un color neutro de translucidez media. Para esmalte envejecido, las resinas deben tener alta translucidez y un tinte amarillento (Villarroel y cols., 2011; Dietschi y cols., 2006).

Después de la elección de las resinas correctas es muy importante considerar el grosor del material en cada capa porque a mayor grosor se percibe una mayor intensidad del color y una mayor opacidad. El manejo de estas capas es crucial para obtener la opacidad, la translucidez y el croma deseados (Villarroel y cols., 2011).

Cuando se aplica un sistema con dos resinas se usa el material más opaco como dentina y el material más translucido como esmalte (Villarroel y cols., 2011).

En comparación con esta última técnica, la técnica policromática requiere de efectos de resina que van a dar un aspecto más natural a la restauración. De manera similar, los tintes permiten más *caracterización de la restauración* (Villarroel y cols., 2011).

En el tercio incisal, el desafío es aún más complejo ya que los rangos de translucidez y opalescencia son mayores, este fenómeno se ve más en dientes jóvenes y tiende a ser muy translucida y se esparce desde la línea de los mamelones hasta el halo opaco incisal. Usar un material opalescente normalmente es insuficiente para replicar de manera apropiada este fenómeno en la restauración. Para ello se necesita un análisis detallado del patrón opalescente, es por eso, que cada caso debería ser llevado a cabo usando un acercamiento especial ya que la opalescencia presenta una alta variabilidad. Otra forma recomendada es usar un composite translucido o incisal entre las capas de dentina y esmalte para llenar las áreas entre los lóbulos y el *halo incisal* (Villarroel y cols., 2011).

El grosor de esta capa se relaciona directamente con el grado de translucidez requerido para el tipo de efecto requerido. A mayor capa de resina translucida va a aumentar la percepción de profundidad y va a permitir que la restauración se vea más natural.

Las resinas de alta translucidez no se deben usar como capa final de la restauración ya que tienden a reducir el valor de la restauración y pueden modificar el croma (Villarroel y cols., 2011).

Se debe tener presente que el resultado final de la restauración va a depender de su grosor y de los distintos grados de translucidez y opacidad de las diferentes capas de composite. Al comparar dos discos de resinas compuestas de dentina de 1 y 2 mm de grosor respectivamente, ambos cubiertos por 1 mm de resina de esmalte, se advierte que a más grosor de dentina, se presenta mayor opacidad, croma y valor, sin embargo, al comparar 2 discos de resina de 1mm de espesor de dentina con 1mm y 2mm de resina de esmalte, el último presentó un valor más bajo y croma más bajo. Por lo tanto, en relación a la última capa de esmalte, es importante no perder de vista que el *grosor no debe ser menospreciado ya que las restauraciones con mucha resina de alta translucidez se vuelven grises y con menor valor* (Villarroel y cols., 2011).

Es importante recordar que el grosor del composite determina el límite entre translucidez y opacidad. A medida que el grosor de un composite translucido cromático aumenta, el valor disminuye y el croma aumenta. Al aumentar el grosor de una resina compuesta opaca, tanto el *valor como el croma aumentan*. La percepción cromática de las estructuras translúcidas está muy

relacionada con el fondo usado para su observación. El mismo cuerpo translucido va a presentar diferencias cuando se pone sobre un fondo negro y blanco por separado debido a la absorción y reflexión selectiva de las longitudes de onda particulares del fondo (Villarroel y cols. 2011).

Cuando se compara resinas compuestas sobre diferentes fondos de colores, el fondo blanco tiende a ser la mejor elección de cómo se va a ver en la restauración ya que el blanco resalta la saturación y valor en compensación de cualquier fondo cromático. Los composite translucidos son más sensibles a un fondo blanco que las resinas opacas ya que el valor y el croma son aumentados. Las resinas de alta opacidad tienen la habilidad de actuar como opacificadores enmascarando un sustrato cromático no deseado y aumentando el valor. Para el mismo material en varios grosores, una muestra delgada del material va a mostrar mucha menos saturación y presentará una alta translucidez y ocurrirá todo lo contrario que en una muestra gruesa (Villarroel y cols., 2011).

El nivel de pulido de la superficie también cambia la percepción cromática del composite y es inversamente proporcional a la luminosidad. Mientras más pulida la superficie, más transmisión de luz y consecuentemente menos luminosidad. Al revés, la falta de pulido causa que la superficie se vuelva más reflectante haciendo que la restauración se vea más luminosa (Villarroel y cols., 2011).

Otro aspecto importante es la foto-polimerización ya que a medida que se produce el fotocurado, se generan cambios ópticos. Normalmente los composite microrelleno son más translucidos y poseen un croma más alto antes de la polimerización. Los composites híbridos no polimerizados se ven más opacos y tienen un croma menos intenso, pero una vez polimerizados, el croma y la translucidez aumentan, el valor disminuye y el composite se vuelve levemente más grisáceo, el mismo fenómeno ocurre en superficies húmedas (Villarroel y cols., 2011; Ostervemb y cols., 2011).

Se recomienda a los dentistas considerar el color de la dentina subyacente cuando usan resinas de esmalte cromático para así evitar variaciones cromáticas no deseadas. La estratificación de la resina de esmalte cromático translucido sobre la dentina se hace después de una mezcla de colores subjetiva, el fenómeno resultante de la interacción de luz y la materia son de gran importancia para las restauraciones estéticas ya que permiten una reproducción fidedigna de las propiedades de la dentición natural, sin embargo, un análisis inadecuado del comportamiento óptico de la dentición natural puede llevar a una falla en el proceso restaurativo (Villarroel y cols., 2011).

Al realizar restauraciones es importante tener claro el concepto de metamerismo que significa que dos muestras de colores idénticos bajo cierta iluminación se pueden observar de distinto color bajo otra fuente de luz (Lee y Powers, 2005).

Las resinas compuestas ofrecen un excelente potencial estético a un costo mucho menor y, además, permiten una preparación mínimamente invasiva (Dietschi y cols., 2006)

Filtek Z350XT

La resina compuesta Filtek Z350 XT es fabricada por la empresa 3M ESPE. (3M ESPE)

La resina está compuesta por bis-GMA, UDMA, TEGDMA y bis-EMA. Para disminuir la contracción, se sustituyó una porción de TEGDMA por PEGDMA.

Los materiales de relleno son combinaciones de sílica no aglomerada y no agregada de 20nm, rellenos de zirconio no aglomerado de 4 a 11nm y clusters de agregados de zirconio y sílica. Las resinas de dentina, esmalte y body, tienen un tamaño promedio de clusters de 0,6 a 11 μ . Las resinas translucidas tienen tamaño promedio de clusters de 0,6 μ .

El relleno inorgánico es aproximadamente 72,5% del peso o 55,6% del volumen en el caso de los translucidos, y 78,5% de peso o 63,3% de volumen en todos los otros tipos de resina.

Este sistema está formado por 4 diferentes tipos de resinas de distintas opacidades: dentina, Body, esmalte y translucido, donde dentina es la más opaca y translucido el más translucido.

Los colores de este sistema se basan en el sistema de colores de Vitapan classical®, excepto por los colores para dientes con clareamiento y los tontos translucidos.

Según la empresa 3M, el sistema Filtek Z350XT presenta una fluorescencia similar a la del diente natural.

En el caso de la opalescencia la empresa dice que por medio del cambio de los nanoclusters usados en las resinas translucidas, este composite, presenta una opalescencia similar a la del esmalte natural.

Las partículas de relleno en el FiltekZ350XT son nanoclusters de distintos tamaños y donde las partículas no están tan fuertemente sinterizadas de esta manera no se afecta la mantención del pulido y, además, aún tiene la integridad estructural para proveer fuerza, resistencia a la fractura y a la abrasión. Todos los tipos de composite del Z350XT tienen nanoclusters de zirconio/sílica. (3M ESPE)

Ceram-X Duo

Es una resina compuesta con relleno de nanocerámica.

Tiene un sistema de doble translucidez, resinas de dentina más opacas y resinas de esmalte translucidas.

Este composite fue diseñado para obtener restauraciones estéticas con el mínimo número de tonos posibles.

Están formados por partículas de relleno de nanocerámica que pueden ser descritas como partículas híbridas orgánicas e inorgánicas, donde la parte inorgánica de siloxano provee la resistencia y la parte orgánica de metacrilato la hace compatible y polimerizable con la matriz de resina.

Está conformada por 4 tonos de dentina de D1 a D4 y 3 tonos de esmalte de E1 a E3. Según el fabricante sus valores de color y de translucidez son similares a las del diente natural. En todos sus combinaciones de colores, con Ceram-X duo se podrían lograr resultados de todos los colores de Vitapan classical® (Dentsply).

Título de la investigación

Evaluación de translucidez y fluorescencia en resinas compuestas de esmalte y dentina para su mejor empleo en odontología estética.

Objetivos

Objetivo general

Determinar las características diferenciales de las resinas compuestas de esmalte y dentina para técnica estratificada en restauraciones estéticas según sus características de translucidez, diferencias de color y fluorescencia para los sistemas más utilizados en Chile.

Objetivos específicos

1. Determinar características de translucidez de muestras de resinas compuestas de esmalte y dentina para técnica estratificada de distintos fabricantes.
2. Identificar presencia de fluorescencia en muestras de resinas compuestas de esmalte y dentina para técnica estratificada de distintos fabricantes.
3. Identificar, describir y comparar grados de translucidez en resinas compuestas de dentina y de esmalte de una misma marca, tinte y saturación, en distintos grosores.
4. Evaluar, describir y comparar presencia de fluorescencia en muestras de resina compuesta combinadas de dentina y esmalte de distintos grosores en una misma marca.
5. Evaluar, describir y comparar presencia de fluorescencia en muestras de resina compuesta combinadas de dentina y esmalte de distintos grosores en distintas marcas.
6. Evaluar, describir y comparar grados de diferencia de color en muestras de resina combinadas de dentina de grosor estable y esmalte de distintos grosores en una misma marca.
7. Determinar diferencias en parámetro L^* correspondiente a valor en las muestras combinadas de dentina de grosor estable y esmalte de distintos grosores en una misma marca.

Materiales y método

El presente es un estudio descriptivo, basado en la elaboración y observación de 231 muestras de resina compuesta de esmalte, dentina, body y translucido, tanto en forma individual como en combinaciones de ellas, en distintos grosores y saturaciones.

Se utilizó los sistemas de resina compuesta para técnica estratificada Filtek Z350XT de 3M y Ceram X Duo de Dentsply.

Se eligió el tinte A en saturaciones 1, 2 y 3 para el sistema Filtek Z350XT tanto para resinas de Esmalte, Body y Dentina, para el Translucido sólo se eligió la resina CT; el tinte D en saturaciones 1, 2 y 3 en resina de dentina para el sistema Ceram X Duo y E1, E2 y E3 para resinas de Esmalte.

Se confeccionó muestras de cada tipo de resina en grosores de 0,5mm, 1mm y 2mm; de cada una de ellas se confeccionó 3 muestras. Además, se realizó muestras de composites de dentina A3 y D3 de un espesor uniforme de 3mm y sobre ella se aplicó muestras de esmalte A1, A2 y A3 o E1, E2 y E3, respectivamente según el sistema utilizado, en discos de mayor diámetro que el de las muestras de dentina, en grosores de 0,4mm, 0,6mm, 0,8mm y 1mm, se elaboró 3 muestras de cada una de ellas.

Las muestras fueron discos de resina de 10 mm de diámetro que fueron elaborados por medio de dos losetas de vidrio separadas por 3 láminas metálicas calibradas a las distancias correspondientes, corroborando el grosor de dichas láminas con un caliper digital marca Litz® Professional. Se colocó las muestras de composite entre losetas de vidrio, se cubrió la muestra con banda de celuloide y luego sobre la loseta de vidrio se aplicó una fuerza de 100 gramos con un contrapeso metálico para fijar un grosor uniforme luego se foto-polimerizaba por 60 segundos cada cara, con lámpara de foto-curado halógena modelo Astralis 3, marca Ivoclar Vivadent®, a la cual, se le comprobaba la intensidad de la luz con un radiómetro, Coltolux® Light Meter modelo C-7900 de la marca Coltene®, previo a cada foto-polimerización (la intensidad de luz fue siempre superior a $600\text{mW}/\text{cm}^2$). Una vez obtenidas las muestras se medían con el caliper digital para corroborar su espesor, se incluía en el estudio aquellas que tuvieran una diferencia no mayor a $\pm 0,1$ mm respecto del espesor definido.

Las muestras fueron denominadas de la siguiente manera:

Resina Compuesta	Espesor en mm	Denominación
FiltekZ350XT Dentina A1	0,5mm	A1D 0,5
	1mm	A1D 1
	2mm	A1D 2
FiltekZ350XT Dentina A2	0,5mm	A2D 0,5
	1mm	A2D 1
	2mm	A2D 2
FiltekZ350XT Dentina A3	0,5mm	A3D 0,5
	1mm	A3D 1
	2mm	A3D 2
FiltekZ350XT Esmalte A1	0,5mm	A1E 0,5
	1mm	A1E 1
	2mm	A1E 2
FiltekZ350XT Esmalte A2	0,5mm	A2E 0,5
	1mm	A2E 1
	2mm	A2E 2
FiltekZ350XT Esmalte A3	0,5mm	A3E 0,5
	1mm	A3E 1
	2mm	A3E 2
FiltekZ350XT Body A1	0,5mm	A1B 0,5
	1mm	A1B 1
	2mm	A1B 2
FiltekZ350XT Body A2	0,5mm	A2B 0,5
	1mm	A2B 1
	2mm	A2B 2
FiltekZ350XT Body A3	0,5mm	A3B 0,5
	1mm	A3B1
	2mm	A3B 2
FiltekZ350XT Translucido CT	0,5mm	CT 0,5
	1mm	CT 1
	2mm	CT 2
Ceramex Duo Dentina D1	0,5mm	D1 0,5
	1mm	D1 1
	2mm	D1 2
Ceramex Duo Dentina D2	0,5mm	D2 0,5
	1mm	D2 1
	2mm	D2 2
Ceramex Duo Dentina D3	0,5mm	D3 0,5
	1mm	D3 1
	2mm	D3 2
Ceramex Duo Esmalte E1	0,5mm	E1 0,5
	1mm	E1 1
	2mm	E1 2
Ceramex Duo Esmalte E2	0,5mm	E2 0,5

Ceramel Duo Esmalte E3	1mm	E2 1
	2mm	E2 2
	0,5mm	E3 0,5
	1mm	E3 1
	2mm	E3 2

Tabla I: muestra la denominación y tamaño en grosor de las muestras utilizadas en este estudio

Resina Dentina 3mm + Esmalte	Espesores Esmalte en mm	Denominación
Filtek Z350 XT Dentina A3 3mm	3mm	A3D 3
Filtek Z350 XT Dentina A3 + Esmalte A1	0,4	A1E+A3D 0,4
	0,6	A1E+A3D 0,6
	0,8	A1E+A3D 0,8
	1	A1E+A3D 1
Filtek Z350 XT Dentina A3 + Esmalte A2	0,4	A2E+A3D 0,4
	0,6	A2E+A3D 0,6
	0,8	A2E+A3D 0,8
	1	A2E+A3D 1
Filtek Z350 XT Dentina A3 + Esmalte A3	0,4	A3E+A3D 0,4
	0,6	A3E+A3D 0,6
	0,8	A3E+A3D 0,8
	1	A3E+A3D 1
Ceramel Duo Dentina D3	3	D3 3
Ceramel Duo Dentina D3 + Esmalte E1	0,4	E1+D3 0,4
	0,6	E1+D3 0,6
	0,8	E1+D3 0,8
	1	E1+D3 1
Ceramel Duo Dentina D3 + Esmalte E2	0,4	E2+D3 0,4
	0,6	E2+D3 0,6
	0,8	E2+D3 0,8
	1	E2+D3 1
Ceramel Duo Dentina D3 + Esmalte E3	0,4	E3+D3 0,4
	0,6	E3+D3 0,6
	0,8	E3+D3 0,8
	1	E3+D3 1

Tabla II: muestra la denominación y tamaño en grosor de las muestras combinadas de dentina y esmalte en distintos grosores utilizados en este estudio

Mediciones

a) Mediciones de parámetro de translucidez:

Se obtuvo los valores de la reflexión del color de la resina compuesta sobre un fondo blanco y negro por medio del uso de un espectrofotómetro electrónico Easy Shade® de Vita®, de acuerdo a la escala de colores de CIE $L^*a^*b^*$.

El parámetro de translucidez se obtuvo calculando la diferencia de color de las muestras sobre fondo blanco y negro con la siguiente fórmula:

$$TP = \{(L_B^* - L_W^*)^2 + (a_B^* - a_W^*)^2 + (b_B^* - b_W^*)^2\}^{1/2}$$

B se refiere a las coordenadas de color sobre fondo negro y W sobre fondo blanco.

Se realizó tres mediciones consecutivas con el colorímetro y se calculó un promedio de los resultados de acuerdo a la fórmula estadística para muestras pequeñas. Estas mediciones se fueron hechas a todas las muestras de dentina y de esmalte por separado.

b) Mediciones de color:

Se realizó tres mediciones de color en todas las muestras de dentina de 3 mm (grupo control) sobre un fondo del mismo material de 2 mm. Luego se realizaron mediciones de color sobre todas las muestras combinadas de dentina con los distintos espesores de resina de esmalte sobre un fondo del mismo material de 2 mm. Para el cálculo de la diferencia de color de CIE $L^*a^*b^*$ (ΔE^*) entre los tonos de dentina y la combinación dentina-esmalte fueron calculados con los promedios de los valores $L^*a^*b^*$ de las resinas mediante la siguiente ecuación:

$$\Delta E^* = \{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2\}^{1/2}$$

Donde Δ son las diferencias matemáticas entre L^* , a^* y b^* de los diferentes productos en cada tono. Para definir la relación entre las diferencias entre rangos colorimétricos y las diferencias de percepción visual de color, se consideraron como diferencias perceptibles clínicamente aquellas diferencias colorimétricas mayores a 3.3 (Ruyter y cols., 1987).

c) Observación de fluorescencia

Se tomó fotografías digitales de las muestras de resinas compuestas bajo los efectos de luz negra y se observó, comparó y describió diferencias entre los distintos tipos de composites en sus distintos espesores y combinaciones.

Variables

Variables Dependientes

a) Translucidez (Variable cuantitativa continua)

Definición conceptual: Es la propiedad de una sustancia de permitir el paso de la luz de manera dispersa de tal modo que los objetos no pueden ser vistos de manera clara a través del material, por lo tanto, se puede describir como un estado entre completa opacidad y transparencia.

Definición operacional: La translucidez de un material normalmente se determina con el parámetro de translucidez TP que se refiere a la diferencia de color entre un material de espesor uniforme, sobre un fondo blanco y negro, lo que corresponde directamente al grado visual de translucidez. Un mayor valor de TP representa mayor translucidez, si el material es completamente opaco el valor tiende a cero.

El parámetro de translucidez se obtiene calculando la diferencia de color de las muestras sobre fondo blanco y negro con la siguiente fórmula:

$$TP = \{(L_B^* - L_W^*)^2 + (a_B^* - a_W^*)^2 + (b_B^* - b_W^*)^2\}^{1/2}$$

B se refiere a las coordenadas de color sobre fondo negro y W sobre fondo blanco, en relación a la escala de CIE $L^*a^*b^*$.

b) Diferencias de Color (Variable cuantitativa continua)

Definición conceptual: Bajo condiciones naturales, la luz que ilumina un objeto es luz blanca, la cual es la mezcla de todos los colores del espectro visible. Un objeto presenta un color cuando su superficie es capaz de absorber cierta longitud de onda específica de la luz incidente. Cuando una o más longitudes de ondas son reflejadas, un objeto se reconoce como de un color específico.

Definición operacional: Son las diferencias matemáticas entre los valores de L^* , a^* y b^* de los diferentes productos en cada tono. Se calcula con los promedios de los valores $L^*a^*b^*$ de las muestras mediante la siguiente ecuación:

$$\Delta E^* = \{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2\}^{1/2}$$

c) Presencia de Fluorescencia (Variable cualitativa)

Definición conceptual: Es la absorción de luz por una sustancia y la espontánea emisión de luz a una longitud de onda mayor con 10^{-8} segundos de activación. En odontología, se ha asumido que la fluorescencia es la absorción de luz UV por una sustancia y la emisión visible de luz en un espectro de tonos azules.

Definición operacional: La emisión de luz en un espectro de tonos azules al exponer material a luz negra y será clasificado como positivo o negativo.

Variables Independientes

a) Valores CIE L*a*b correspondientes a cada muestra

Definición conceptual: Clasificación de color de manera tridimensional, donde el eje *L es de valor o brillo que va de 0 a 100 donde 0 es negro y 100 es blanco. El eje *a representa a la variación rojizo verdoso, donde los valores positivos del eje a corresponden a coloración rojiza y los valores negativos a coloración verdosa y el eje *b al amarillento azulado, donde los valores positivos corresponden al color amarillo y los valores negativos al color azul. En el caso que estos ejes sean 0 es porque son acromáticos.

Definición operacional: valores L* a* y b* del sistema CIE L*a*b obtenidos por medio de un colorímetro digital para cada muestra.

Materiales

Para el presente estudio se utilizaron los siguientes materiales:

- 2 losetas de vidrio de 5mm de espesor, 10cm x 15cm.
- Bandas de celuloide
- Láminas metálicas calibradas en espesor
- Caliper digital Litz® Professional
- Maquina de emisión de luz negra
- Vita Easyshade®
- Jeringas A1, A2, A3, CT Filtek X350XT® Dentina y Esmalte
- Jeringas D1, D2, D3; E1, E2 y E3 Ceram X Duo®
- Lámpara de foto curado Astralis 3 Ivoclar Vivadent®
- Radiómetro Coltolux® Light Meter Coltene®
- Microsoft Excel 2007

Recolección de Datos

Para obtener los datos se tomó registros de color tres veces por cada muestra y luego se obtuvo un promedio de dichos datos de acuerdo a un análisis estadístico para muestras pequeñas. Los registros fueron tomados a las muestras de esmalte y dentina sobre fondo blanco y sobre fondo negro para poder calcular el parámetro de translucidez.

Para calcular la diferencia de color se tomó registros de color tres veces por muestra a las muestras de dentina de 3 mm de espesor sobre fondo del mismo material y luego se tomó tres registros de color a todas las muestras que eran combinaciones de dentina de 3 mm con diferentes grosores de esmalte, para después calcular diferencias de color.

Para evaluar la fluorescencia se tomó fotografías de las muestras expuestas a luz negra y se evaluó visualmente la presencia o ausencia de fluorescencia en las muestras.

Todos los datos fueron ingresados en una planilla de la aplicación computacional Excel para su posterior análisis.

Análisis de Datos

El análisis de los datos se efectuó de acuerdo a los datos obtenidos en escala CIE L*a*b en los diferentes tipos de resinas compuestas sobre fondo blanco y negro, para obtener el Parámetro de Translucidez (TP) y las diferencias de color en las combinaciones de resinas compuestas. El análisis se realizó con el programa computacional para el análisis de datos Microsoft Excel 2007.

Para el análisis estadístico en esta sección se utilizó la siguiente notación:

Al ser muestras pequeñas se utilizaron las desviaciones medias de los datos de cada grupo de muestras, luego para medir la eficacia de la muestra se considera la desviación media respecto de la media aritmética, que se define como la media aritmética de los valores absolutos de las diferencias entre los valores de la variable y la media aritmética, y cuya expresión es la siguiente:

$$D_m = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^k |x_j - \bar{x}| n_i$$

Con estos resultados se aplicaron las fórmulas para determinar TP y ΔE^* y dichos resultados fueron incorporados en una tabla y fueron comparados y descritos para cada tipo de resina.

El gráfico a utilizar corresponde a:

a) Gráficos de barras:

También conocidos como gráficos de columnas, los cuales son diagramas con barras rectangulares de longitudes proporcionales a la de los valores que representan. Los gráficos de barras son usados para comparar dos o más valores, comparar magnitudes entre varias categorías o la evolución en el tiempo (el cambio) de una determinada magnitud. Además se utilizan para la comparación de la evolución en el tiempo de varias categorías. Las variables de datos principalmente usadas en los gráficos de barras son las de tipo cualitativa, categórica y las ordinales.



Resultados

Resultados parámetro de translucidez en Filtek Z350XT

Filtek Z350XT	TP	Filtek Z350XT	TP	Filtek Z350XT	TP
A3D 0,5	29,76	A3D 1	20,72	A3D 2	6,76
A2D 0,5	29,41	A2D 1	20,95	A2D 2	6,87
A1D 0,5	28,13	A1D 1	19,22	A1D 2	5,76
A3B 0,5	29,95	A3B 1	22,42	A3B 2	12,35
A2B 0,5	30,19	A2B 1	21,98	A2B 2	11,43
A1B 0,5	29,35	A1B 1	20,92	A1B 2	10,89
A3E 0,5	30,76	A3E 1	23,47	A3E 2	15,25
A2E 0,5	30,44	A2E 1	23,00	A2E 2	13,88
A1E 0,5	-	A1E 1	22,55	A1E 2	13,08

Tabla III: Parámetro de Translucidez (TP) para las resinas compuestas Filtek Z350XT en espesores de 0,5mm, 1mm, y 2mm en sus distintas presentaciones Dentina (D), Body (B), Esmalte (E) y en sus distintas saturaciones A1, A2 y A3.

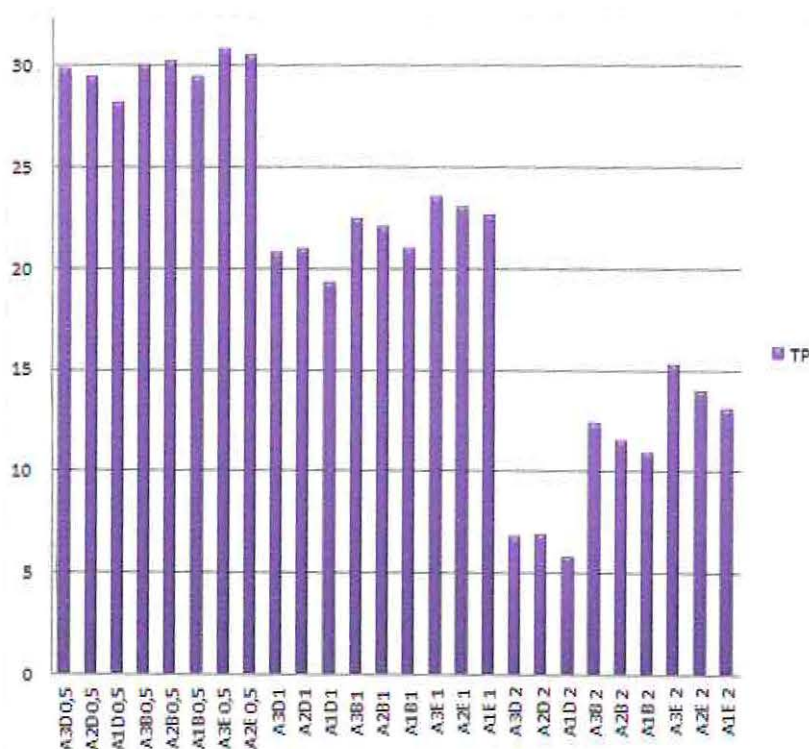


Gráfico 1: Gráfico de barra Parámetro de translucidez (TP) para las resinas Filtek Z350XT

En la tabla III y en gráfico 1 se observan los resultados de los parámetros de translucidez (TP) de todas las muestras de resinas compuesta marca Filtek Z350XT de 3M. Se observan claramente 3 grupos que corresponden a los de mayor translucidez, aquellos que son de 0,5 mm, un segundo grupo de menor translucidez que serían los de 1mm de espesor y los de menos translucidez que son los de 2mm de espesor.

En los 3 grupos se observan leves diferencias que serán descritas más adelante por separado.

0,5 mm	TP
A1D	28,13
A1B	29,35
A1E	-
A2D	29,41
A2B	30,19
A2E	30,44
A3D	29,76
A3B	29,95
A3E	30,76

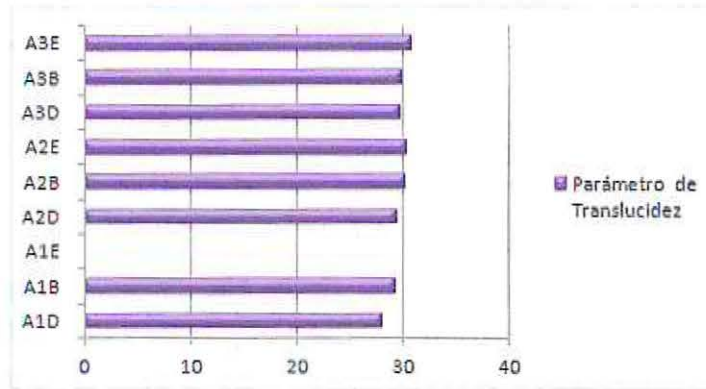


Tabla IV: Parámetro de translucidez para las muestras de Filtek Z350XT de 0,5mm de espesor

Gráfico 2: Parámetro de translucidez para las muestras de Dentina (D), esmalte (E) y body (B) en espesores de 0,5mm.

En la tabla IV y en gráfico 2, se observan los valores del Parámetro de translucidez (TP) del grupo más translucido correspondiente a los de 0,5mm de espesor, se observa que las muestras de esmalte (E) son levemente más translucidas que el body (B) y este último levemente más translucido que las muestras de dentina (D). Las muestras de resina de esmalte A1 no fueron medidas porque el instrumento Easy Shade® no registró sus valores porque estaban fuera de los rangos que el instrumento puede medir.

1mm	TP
A1D	19,22
A1B	20,92
A1E	22,55
A2D	20,95
A2B	21,98
A2E	23,00
A3D	20,72
A3B	22,42
A3E	23,47

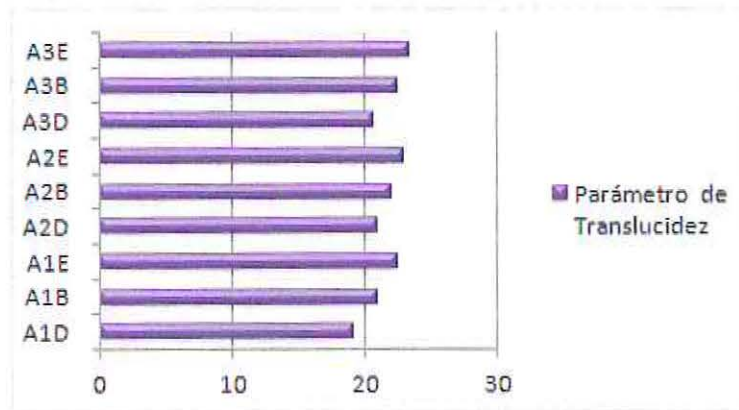


Tabla V: Parámetro de translucidez para las muestras de Filtek Z350XT de 1mm de espesor

Gráfico 3: parámetro de translucidez para las muestras de Dentina (D), esmalte (E) y body (B) en espesores de 1mm.

En la tabla V y gráfico 3 se exponen los valores de TP para las muestras de resina compuesta de Filtek Z350XT de espesores de 1mm en los colores A1, A2 y A3, tanto en dentina (D), esmalte (E) y body (B). Se observa que los composites de esmalte son más translucidos que los body y estos últimos más translucidos que los dentina.

2mm	TP
A1D	5,76
A1B	10,89
A1E	13,08
A2D	6,87
A2B	11,43
A2E	13,88
A3D	6,76
A3B	12,35
A3E	15,25

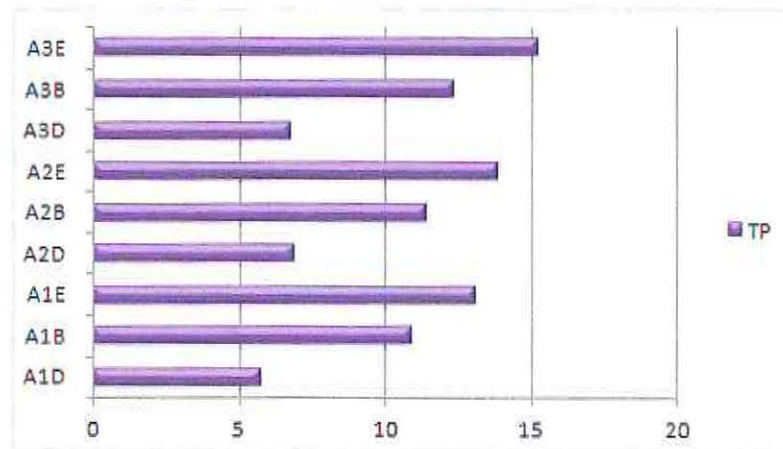


Tabla VI: Parámetro de translucidez para las muestras de Filtek Z350XT de 2mm de espesor

Gráfico 4: Parámetro de translucidez para las muestras de Filtek Z350XT de 2mm de espesor

Al igual que en las tablas anteriores, se observa que en los grosores de 2 mm los composites más translucidos son los esmalte, los siguen los body y los más opacos son los de dentina, al ser comparados entre sus mismos colores, es decir, A1, A2 y A3.

Filtek Z350XT	TP
A3D 0,5	29,76
A2D 0,5	29,41
A1D 0,5	28,13
A3B 0,5	29,95
A2B 0,5	30,19
A1B 0,5	29,35
A3E 0,5	30,76
A2E 0,5	30,44
A1E 0,5	-

Tabla VII: Parámetro de translucidez (TP) entre resinas compuestas del mismo tipo y grosor pero de distinta saturación.

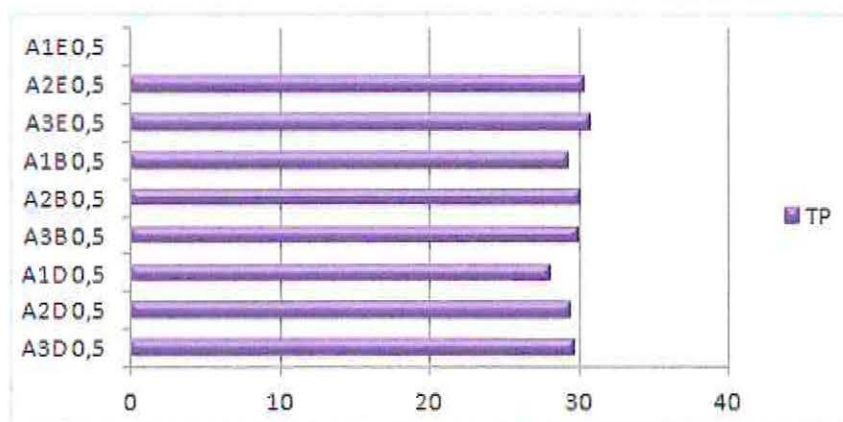


Gráfico 5: TP para las muestras de resina compuesta del mismo grosor pero ordenadas por tipo y en orden decreciente con respecto a la saturación.

En la Tabla VII y gráfico 5, se observa que las resinas compuestas Filtek Z350XT de 0,5mm presentan levemente mayor translucidez en las resinas A3 que en las A2 y del mismo modo las A2 más translucidas que las A1, excepto en esmalte donde no se pudo medir la translucidez del composite A1 de 0,5mm, y entre el body A3 y A2 prácticamente no hay diferencia. Se observa que el TP de las resinas de esmalte es mayor que las body y que las dentina pero las diferencias son muy leves.

Filtek Z350XT	TP
A3D 1	20,72
A2D 1	20,95
A1D 1	19,22
A3B 1	22,42
A2B 1	21,98
A1B 1	20,92
A3E 1	23,47
A2E 1	23,00
A1E 1	22,55

Tabla VIII: Parámetro de translucidez (TP) entre resinas compuestas del mismo tipo y 1mm de grosor pero de distinta saturación.

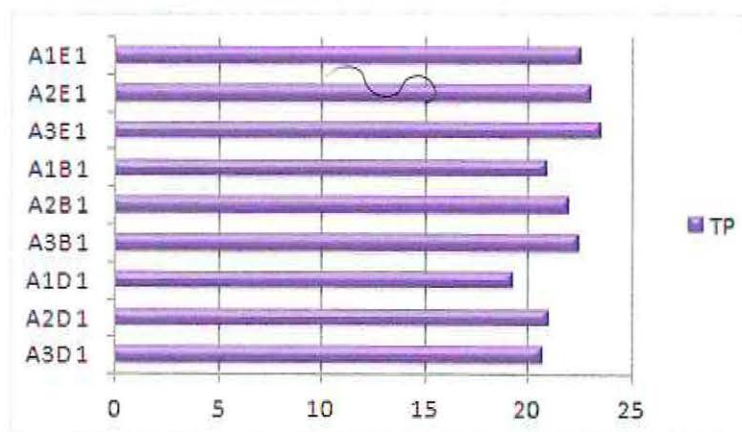


Gráfico 6: TP para las muestras de resina compuesta de 1mm de grosor pero ordenadas por tipo y en orden decreciente con respecto a la saturación.

En la Tabla VIII y gráfico 6, se observa que las resinas compuestas Filtek Z350XT de 1mm presentan levemente mayor translucidez en las resinas A3 que en las A2 y del mismo modo las A2 más translucidas que las A1, excepto en Dentina donde las resinas A3 son levemente menos translucidas que las A2 pero más translucidas que las A1. Se observa que las resinas de dentina son más opacas que las body y las body más opacas que las esmalte, pero las diferencias no son tan marcadas.

Filtek Z350XT	TP
A3D 2	6,76
A2D 2	6,87
A1D 2	5,76
A3B 2	12,35
A2B 2	11,43
A1B 2	10,89
A3E 2	15,25
A2E 2	13,88
A1E 2	13,08

Tabla IX: Parámetro de translucidez (TP) entre resinas compuestas del mismo tipo, de 2mm de grosor pero de distinta saturación.

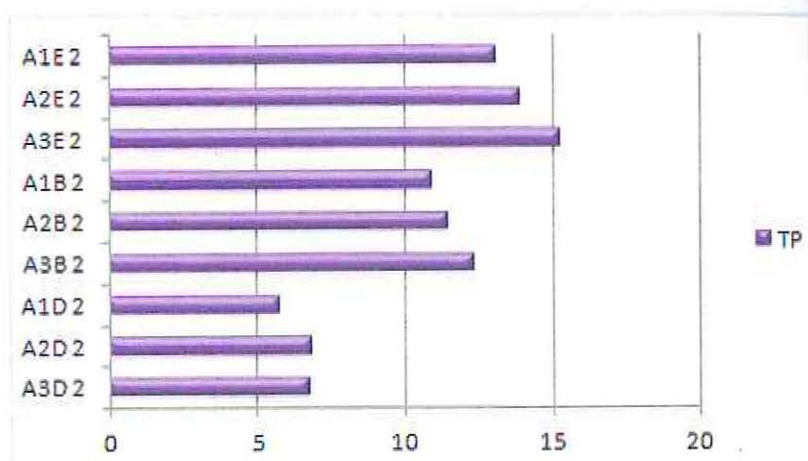


Gráfico 7: Parámetro de translucidez (TP) entre resinas compuestas de dentina, esmalte y body de grosor de 2mm y en sus distintas saturaciones.

En la Tabla IX y gráfico 7, se observa que las resinas compuestas Filtek Z350XT de 2mm presentan levemente mayor translucidez en las resinas A3 que en las A2 y del mismo modo las A2 más translucidas que las A1, excepto en Dentina donde las resinas A3 son levemente menos translucidas que las A2 pero más translucidas que las A1. Se observa que las resinas de dentina son más opacas que las body y las body más opacas que las esmalte, estas diferencias son bastante más notorias que en las resinas de 1mm de espesor.

Filtek Z350XT	TP
A1D 0,5	28,13
A1B 0,5	29,35
A1E 0,5	-
A1D 1	19,22
A1B 1	20,92
A1E 1	22,55
A1D 2	5,76
A1B 2	10,89
A1E 2	13,08

Tabla X: Parámetro de translucidez (TP) entre resinas compuestas de distintos grosores, distintos tipos pero de un mismo color A1.

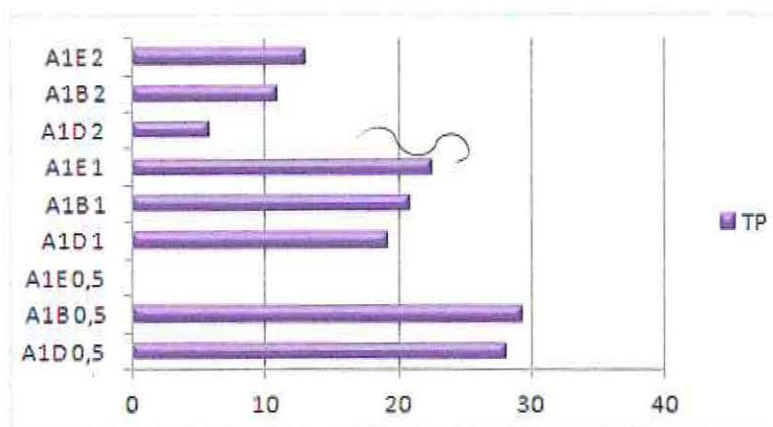


Gráfico 8: Parámetro de translucidez (TP) entre resinas compuestas de dentina, esmalte y body de distintos grosores pero de un mismo color A1.

En la Tabla X y gráfico 8, se observa que las resinas compuestas Filtek Z350XT de color A1 de 0,5mm de grosor presentan mayor translucidez que las resinas de 1mm de grosor y estas últimas mayor translucidez que las de 2 mm de grosor, independiente del tipo de resina (dentina, esmalte y body). Dentro de cada conjunto de resinas del mismo grosor, se observa que la más translucida es la resina de esmalte y la menos translucida la de dentina, pero la resina de dentina de 0,5 mm es más translucida que la resina de esmalte de 1mm y la resina de dentina de 1mm es más translucida que la resina de esmalte de 2 mm.

Filtek Z350XT	TP
A2D 0,5mm	29,41
A2B 0,5mm	30,19
A2E 0,5mm	30,44
A2D 1mm	20,95
A2B 1mm	21,98
A2E 1mm	23,00
A2D 2mm	6,87
A2B 2mm	11,43
A2E 2mm	13,88

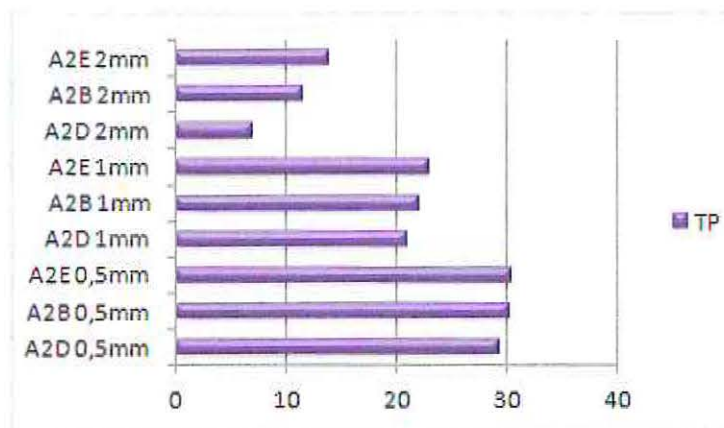


Tabla XI: Parámetro de translucidez (TP) entre resinas compuestas de distintos grosores, distintos tipos pero de un mismo color A2.

Gráfico 9: Parámetro de translucidez (TP) entre resinas compuestas de dentina, esmalte y body de distintos grosores pero de un mismo color A2.

En la Tabla XI y gráfico 9, se observa que las resinas compuestas Filtek Z350XT de color A2 de 0,5 mm de grosor presentan mayor translucidez que las resinas de 1 mm de grosor y estas últimas mayor translucidez que las de 2 mm de grosor, independiente del tipo de resina (dentina, esmalte y body). Dentro de cada conjunto de resinas del mismo grosor, se observa que la más translúcida es la resina de esmalte y la menos translúcida la de dentina, pero la resina de dentina de 0,5 mm es más translúcida que la resina de esmalte de 1 mm y la resina de dentina de 1 mm es más translúcida que la resina de esmalte de 2 mm.

Filtek Z350XT	TP
A3D 0,5mm	29,76
A3B 0,5mm	29,95
A3E 0,5mm	30,76
A3D 1mm	20,72
A3B 1mm	22,42
A3E 1mm	23,47
A3D 2mm	6,76
A3B 2mm	12,35
A3E 2mm	15,25

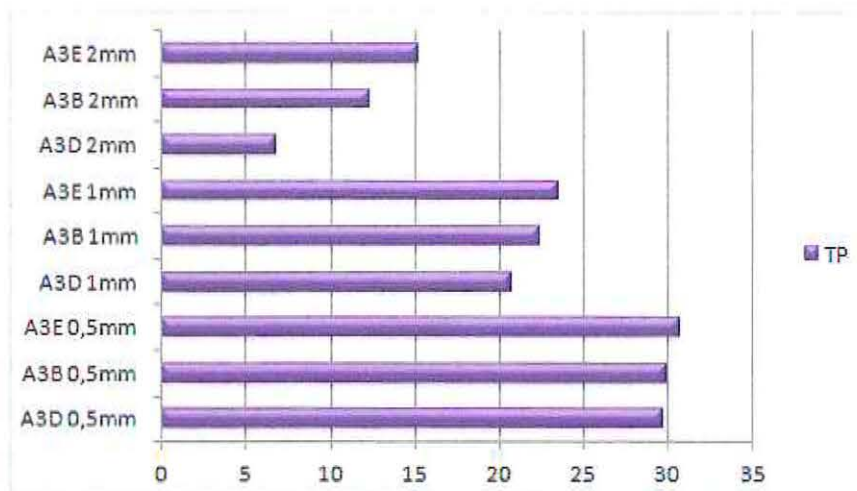


Gráfico 10: Parámetro de translucidez (TP) entre resinas compuestas de dentina, esmalte y body de distintos grosores pero de un mismo color A3.

Tabla XII: Parámetro de translucidez (TP) entre resinas compuestas de distintos grosores, distintos tipos pero de un mismo color A3.

En la Tabla XII y gráfico 10, se observa que las resinas compuestas Filtek Z350XT de color A3 de 0,5 mm de grosor presentan mayor translucidez que las resinas de 1mm de grosor y estas últimas mayor translucidez que las de 2 mm de grosor, independiente del tipo de resina (dentina, esmalte y body). Dentro de cada conjunto de resinas del mismo grosor, se observa que la más translúcida es la resina de esmalte y la menos translúcida la de dentina, y al igual que en las resinas A2, la muestra de dentina de 0,5mm es más translúcida que la resina de esmalte de 1 mm y la resina de dentina de 1mm es más translúcida que la resina de esmalte de 2 mm.

Resultados parámetro de translucidez en Ceram X Duo

Ceram X Duo	TP
D3 0,5	26,47
D2 0,5	27,37
D1 0,5	26,46
D3 1	19,58
D2 1	18,29
D1 1	18,23
D3 2	9,86
D2 2	7,79
D1 2	6,51
E3 2	22,69

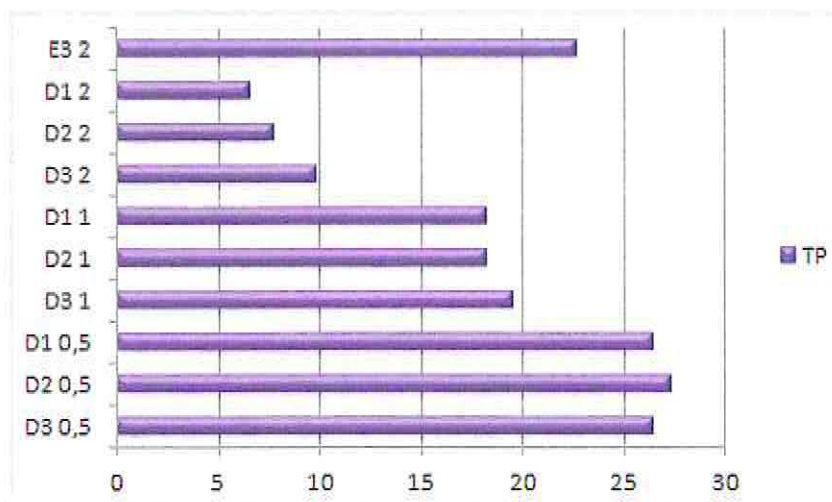


Tabla XIII: valores de Parámetro de translucidez (TP) en resinas compuestas Ceram X Duo de dentina D1, D2, y D3 en grosores de 0,5mm, 1mm y 2mm; y resina de esmalte E3 de 2mm, ordenados por grosor de las muestras.

Gráfico 11: Parámetro de translucidez (TP) en resinas compuestas Ceram X Duo de dentina D1, D2, y D3 en grosores de 0,5mm, 1mm y 2mm; y resina de esmalte E3 de 2mm, ordenados por grosor de las muestras.

En la tabla XIII y en gráfico 11 se observan los resultados de los parámetros de translucidez (TP) de todas las muestras de resinas compuesta marca Ceram X Duo de Dentsply. Se observan claramente 3 grupos que corresponden a los de mayor translucidez aquellos que son de 0,5 mm, un segundo grupo de menor translucidez que serían los de 1 mm de espesor y los de menos translucidez que son los de 2 mm de espesor, además se observa que las muestras de esmalte E3 de 2 mm de espesor presenta una translucidez intermedia entre los grupos de dentina de 0,5 mm y los de 1 mm de espesor.

Se observa que las resinas D3 son más translucidas que las D2 y las D2 más translucidas que las D1 en los grosores de 1 mm y 2 mm, en los espesores de 0,5mm, la resina D3 es de igual translucidez que D1 y la D2 tiene más translucidez que ambas.

Ceram X Duo	TP
D1 0,5	26,46
D1 1	18,23
D1 2	6,51
D2 0,5	27,37
D2 1	18,29
D2 2	7,79
D3 0,5	26,47
D3 1	19,58
D3 2	9,86
E3 2	22,69

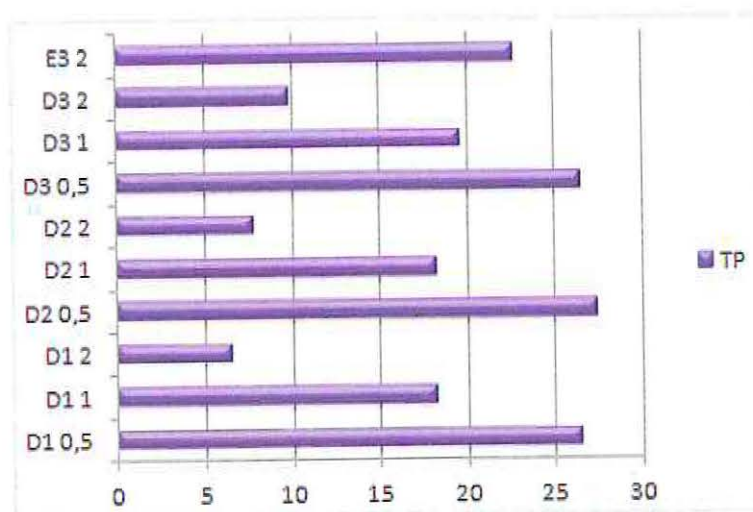


Tabla XIV: valores de Parámetro de translucidez (TP) en resinas compuestas Ceram X Duo de dentina D1, D2, y D3 en grosores de 0,5mm, 1mm y 2mm; y resina de esmalte E3 de 2mm, ordenados por color

Gráfico 12: Parámetro de translucidez (TP) en resinas compuestas Ceram X Duo de dentina D1, D2, y D3 en grosores de 0,5mm, 1mm y 2mm; y resina de esmalte E3 de 2mm, ordenados por color.

En la tabla XIV y gráfico 12, se observa el TP de las muestras de resina compuesta Ceram X Duo ordenadas por color, los resultados muestran que los valores más altos de TP corresponden a las muestras de 0,5 mm y los menores valores de TP son de las muestras de 2 mm de espesor, las diferencias entre ellas son muy marcadas.

Resultados diferencia de color resina compuesta Filtek Z350XT

El valor ΔE^* corresponde a la diferencia de color entre dos muestras de resina compuesta.

ΔE	A3D 3mm	A1E +A3D 0,4	A1E +A3D 0,6	A1E +A3D 0,8
A3D 3mm	0			
A1E +A3D 0,4	32,598	0		
A1E +A3D 0,6	35,926	3,514	0	
A1E +A3D 0,8	37,867	5,735	2,267	0
A1E +A3D 1	38,922	6,782	3,284	1,073

Tabla XV: Valores de diferencias de color ΔE^* para las muestras de resina compuesta Filtek Z350XT A3 Dentina (D) de 3mm de espesor con capa de resina de esmalte A1 de diferentes grosores (0,4mm; 0,6mm; 0,8mm; 1mm).

En la Tabla XV se observa que los valores de diferencia de color entre las muestra de resina compuesta de dentina sola con las muestras de resina compuesta de dentina combinadas con esmalte A1 en cualquiera de sus grosores, son valores que fluctúan entre 32,5 y 38,9. Los valores de diferencia de color entre las resinas compuestas combinadas de dentina y esmalte A1 de 0,4mm con las resinas compuestas con capa de esmalte A1 de 0,6mm es de 3,5; 0,8mm es de 5,7 y 1mm es de 6,7. La diferencia de color entre la resina combinada dentina y esmalte A1 de 0,6mm con la de 0,8mm es de 2,2 y con la de 1mm es de 3,2. Finalmente la diferencia de color entre la resina de dentina con esmalte de 0,8mm con la de 1mm es de 1,07.

ΔE	A3D 3mm	A2E+A3D 0,4	A2E+A3D 0,6	A2E+A3D 0,8
A3D 3mm	0			
A2E+A3D 0,4	29,186	0		
A2E+A3D 0,6	32,558	3,423	0	
A2E+A3D 0,8	34,208	5,229	1,883	0
A2E+A3D 1	33,184	4,516	1,706	1,286

Tabla XVI: Valores de diferencias de color ΔE^* para las muestras de resina compuesta Filtek Z350XT A3 Dentina (D) de 3mm de espesor con capa de resina de esmalte A2 de diferentes grosores (0,4mm; 0,6mm; 0,8mm; 1mm).

En la Tabla XVI se observa que los valores de diferencia de color entre las muestra de resina compuesta de dentina sola con las muestras de resina compuesta de dentina combinadas con esmalte A2 en cualquiera de sus grosores, son valores que fluctúan entre 29,1 y 33,1. Los valores de diferencia de color entre las resinas compuestas combinadas de dentina y esmalte A2 de 0,4mm con las resinas compuestas con capa de esmalte A2 de 0,6mm es de 3,4; 0,8mm es de 5,2 y 1mm es de 4,5. La diferencia de color entre la resina combinada dentina y esmalte A2 de 0,6mm con la de 0,8mm es de 1,8 y con la de 1mm es de 1,7. La diferencia de color entre la resina de dentina con esmalte de 0,8mm con la de 1mm es de 1,2.

Filtek Z350XT	A3D 3mm	A3E+A3D 0,4	A3E+A3D 0,6	A3E+A3D 0,8
A3D 3mm	0			
A3E+A3D 0,4	26,887	0		
A3E+A3D 0,6	28,904	2,034	0	
A3E+A3D 0,8	30,182	3,350	1,334	0
A3E+A3D 1	30,187	3,429	1,492	0,406

Tabla XVII: Valores de diferencias de color ΔE^* para las muestras de resina compuesta Filtek Z350XT A3 Dentina (D) de 3mm de espesor con capa de resina de esmalte A3 de diferentes grosores (0,4mm; 0,6mm; 0,8mm; 1mm).

En la Tabla XVII se observa que los valores de diferencia de color entre las muestra de resina compuesta de dentina sola con las muestras de resina compuesta de dentina combinadas con esmalte A3 en cualquiera de sus grosores, son valores que fluctúan entre 26,8 y 30,1. Los valores de diferencia de color entre las resinas compuestas combinadas de dentina y esmalte A3 de 0,4mm con las resinas compuestas con capa de esmalte A3 de 0,6mm es de 2,0; 0,8mm es de 3,3 y 1mm es de 3,4. La diferencia de color entre la resina combinada dentina y esmalte A3 de 0,6mm con la de 0,8mm es de 1,3 y con la de 1mm es de 1,4. La diferencia de color entre la resina de dentina con esmalte de 0,8mm con la de 1mm es de 0,4.

Filtek Z350XT	A3D 3mm	A3E+A3D 0,4	A2E+A3D 0,4	A1E +A3D 0,4
A3D 3mm	0			
A3E+A3D 0,4	26,887	0		
A2E+A3D 0,4	29,186	2,308	0	
A1E +A3D 0,4	32,598	5,733	3,437	0

Tabla XVIII: Valores de diferencias de color ΔE^* para las muestras de resina compuesta Filtek Z350XT A3 Dentina (D) de 3mm de espesor con capa de resina de esmalte A1, A2 y A3, en grosores de 0,4mm.

En la Tabla XVIII se observa que los valores de diferencia de color entre las muestra de resina compuesta de dentina sola con las muestras de resina compuesta de dentina combinadas con esmalte A1, A2 y A3 en grosores de 0,4mm, son valores que fluctúan entre 26,8 y 32,5, donde la menor diferencia de color es con la combinación con resina de esmalte A3. Los valores de diferencia de color entre las resinas compuestas combinadas de dentina y esmalte A1, A2 y A3 de 0,4mm fueron de 2,3 entre el A3 y A2; de 5,7 entre A1 y A3 y de 3,4 entre A2 y A1.

Filtek Z350XT	A3D 3mm	A3E+A3D 0,6	A2E+A3D 0,6	A1E +A3D 0,6
A3D 3mm	0			
A3E+A3D 0,6	28,904	0		
A2E+A3D 0,6	32,558	3,707	0	
A1E +A3D 0,6	35,926	7,047	3,369	0

Tabla XIX: Valores de diferencias de color ΔE^* para las muestras de resina compuesta Filtek Z350XT A3 Dentina (D) de 3mm de espesor con capa de resina de esmalte A1, A2 y A3, en grosores de 0,6mm.

En la Tabla XIX se observa que los valores de diferencia de color entre las muestra de resina compuesta de dentina sola con las muestras de resina compuesta de dentina combinadas con esmalte A1, A2 y A3 en grosores de 0,6mm, son valores que fluctúan entre 28,9 y 35,9, donde la menor diferencia de color es con la combinación con resina de esmalte A3. Los valores de diferencia de color entre las resinas compuestas combinadas de dentina y esmalte A1, A2 y A3 de 0,6mm fueron de 3,7 entre el A3 y A2; de 7,0 entre A1 y A3 y de 3,3 entre A2 y A1.

Filtek Z350XT	A3D 3mm	A3E+A3D 0,8	A2E+A3D 0,8	A1E +A3D 0,8
A3D 3mm	0			
A3E+A3D 0,8	30,182	0		
A2E+A3D 0,8	34,208	4,248	0	
A1E +A3D 0,8	37,867	7,825	3,667	0

Tabla XX: Valores de diferencias de color ΔE^* para las muestras de resina compuesta Filtek Z350XT A3 Dentina (D) de 3mm de espesor con capa de resina de esmalte A1, A2 y A3, en grosores de 0,8mm.

En la Tabla XX se observa que los valores de diferencia de color entre las muestra de resina compuesta de dentina sola con las muestras de resina compuesta de dentina combinadas con esmalte A1, A2 y A3 en grosores de 0,8 mm, son valores que fluctúan entre 30,1 y 37,8, donde la menor diferencia de color es con la combinación con resina de esmalte A3. Los valores de diferencia de color entre las resinas compuestas combinadas de dentina y esmalte A1, A2 y A3 de 0,8mm fueron de 4,2 entre el A3 y A2; de 7,8 entre A1 y A3 y de 3,6 entre A2 y A1.

Filtek Z350XT	A3D 3mm	A3E+A3D 1	A2E+A3D 1	A1E +A3D 1
A3D 3mm	0			
A3E+A3D 1	30,187	0		
A2E+A3D 1	33,184	3,340	0	
A1E +A3D 1	38,922	8,831	5,754	0

Tabla XXI: Valores de diferencias de color ΔE^* para las muestras de resina compuesta Filtek Z350XT A3 Dentina (D) de 3mm de espesor con capa de resina de esmalte A1, A2 y A3, en grosores de 1mm.

En la Tabla XXI se observa que los valores de diferencia de color entre las muestra de resina compuesta de dentina sola con las muestras de resina compuesta de dentina combinadas con esmalte A1, A2 y A3 en grosores de 1mm, son valores que fluctúan entre 30,1 y 38,9, donde la menor diferencia de color es con la combinación con resina de esmalte A3. Los valores de diferencia de color entre las resinas compuestas combinadas de dentina y esmalte A1, A2 y A3 de 1mm fueron de 3,3 entre el A3 y A2; de 8,8 entre A1 y A3 y de 5,7 entre A2 y A1.

	L*
A3D 3mm	75,420
A3E+A3D 0,4	79,700
A2E+A3D 0,4	80,083
A1E +A3D 0,4	80,225
A3E+A3D 0,6	79,925
A2E+A3D 0,6	81,129
A1E +A3D 0,6	81,675
A3E+A3D 0,8	80,225
A2E+A3D 0,8	82,267
A1E +A3D 0,8	83,075
A3E+A3D 1	80,480
A2E+A3D 1	82,500
A1E +A3D 1	83,375

Tabla XXII: valores L* en muestras de resina filtek Z350XT de dentina combinada con esmalte A1, A2 y A3 de 0,4mm, 0,6mm, 0,8mm y 1mm de grosor

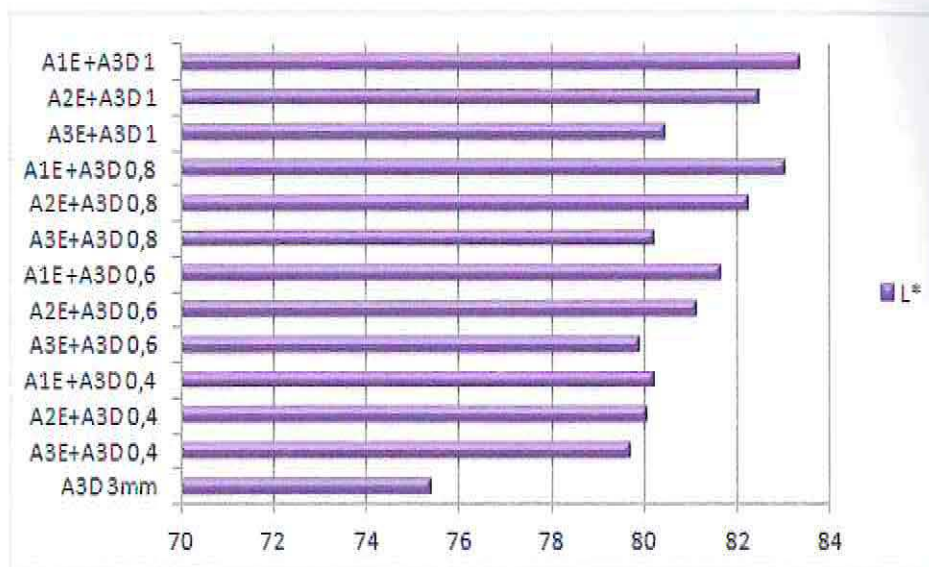


Gráfico 13: valores L* en muestras de resina filtek Z350XT de dentina combinada con esmalte A1, A2 y A3 de 0,4mm, 0,6mm, 0,8mm y 1mm de grosor

En la Tabla XXII y en el gráfico 13, se observa el valor de L* correspondiente a la escala de grises de los colores, a medida que mayor es L* mayor es el valor de la muestra, es decir es más luminosa.

El menor valor de L* lo tiene la muestra de resina de dentina sola. Se observan 4 grupos correspondientes a los distintos espesores de resina de esmalte. Las muestras con mayor valor por cada grupo corresponden a las resinas A1, las siguen las A2 y las de menor valor las A3. La diferencia de valores se acentúa a medida que aumenta el grosor de la capa de esmalte, donde se hace más notorio que las A1 tienen mayor valor y las A3 menor valor.

Resultados diferencia de color resina compuesta Ceram X Duo

Ceram X Duo	D3 3mm	E1+D3 0,4	E1+D3 0,6	E1+D3 0,8	E1+D3 1
D3 3mm	0				
E1+D3 0,4	22,110	0			
E1+D3 0,6	27,394	5,403	0		
E1+D3 0,8	30,621	8,755	3,369	0	
E1+D3 1	32,661	11,430	6,351	3,382	0
E1+D3 2	32,141	11,502	6,903	4,560	1,991

Tabla XXIII: Valores de diferencias de color ΔE^* para las muestras de resina compuesta Ceram X Duo Dentina (D) de 3mm de espesor con capa de resina de esmalte E1, en grosores de 0,4mm, 0,6mm, 0,8mm, 1mm y 2mm.

En la tabla XXIII, se observa los valores de diferencia de color entre las resinas Ceram X Duo con una muestra de dentina D3 de base de 3mm y con combinación de resinas de esmalte E1 de 0,4mm, 0,6mm, 0,8mm, 1mm y 2mm de espesor. Las mayores diferencias de color se observan entre la resina de dentina sola con todas las muestras de combinaciones dentina-esmalte, la menor diferencia es con la resina de esmalte de menor grosor donde el valor obtenido sería de 22,1 y la mayor diferencia sería con la combinación dentina esmalte de 1mm con un valor de 32,6. El resto de las combinaciones dentina esmalte presentan diferencias perceptibles al ojo humano excepto la de 0,6mm con la de 0,8mm que presentan una diferencia de color de 3,3 y la de 0,8mm con la de 1mm que también presentan diferencia de color 3,3 y la de 1mm con la de 2mm que presentan una diferencia de color de 1,9.

Ceram X Duo	D3 3mm	E2+D3 0,4	E2+D3 0,6	E2+D3 0,8	E2+D3 1
D3 3mm	0				
E2+D3 0,4	19,833	0			
E2+D3 0,6	24,039	4,291	0		
E2+D3 0,8	27,394	7,709	3,427	0	
E2+D3 1	29,261	9,890	5,729	2,559	0
E2+D3 2	29,208	9,847	5,794	2,818	1,221

Tabla XXIV: Valores de diferencias de color ΔE^* para las muestras de resina compuesta Ceram X Duo Dentina (D) de 3mm de espesor con capa de resina de esmalte E2, en grosores de 0,4mm, 0,6mm, 0,8mm, 1mm y 2mm.

En la tabla XXIV, se observan los valores de diferencia de color entre las resinas Ceram X Duo con una muestra de dentina D3 de base de 3mm y con combinación de resinas de esmalte E2 de 0,4mm, 0,6mm, 0,8mm, 1mm y 2mm de espesor. Las mayores diferencias de color se observan entre la resina de dentina sola con todas las muestras de combinaciones Dentina-esmalte, la menor diferencia es con la resina de esmalte de menor grosor donde el valor obtenido sería de 19,8 y la mayor diferencia sería con la combinación dentina esmalte de 2mm con un valor de 29,2. El resto

de las combinaciones dentina esmalte presentan diferencias perceptibles al ojo humano excepto la de 0,8mm con la de 1mm y 2mm que presentan una diferencia de color de 2,5 y 2,8 respectivamente y la de 1mm con la de 2mm que también presentan diferencia de color de 1,2.

Ceram X Duo	D3 3mm	E3+D3 0,4	E3+D3 0,6	E3+D3 0,8	E3+D3 1
D3 3mm	0				
E3+D3 0,4	15,503	0			
E3+D3 0,6	19,002	3,596	0		
E3+D3 0,8	21,355	6,020	2,426	0	
E3+D3 1	24,096	8,949	5,397	3,021	0
E3+D3 2	24,485	9,404	5,979	3,807	1,548

Tabla XXV: Valores de diferencias de color ΔE^* para las muestras de resina compuesta Ceram X Duo Dentina (D) de 3mm de espesor con capa de resina de esmalte E3, en grosores de 0,4mm, 0,6mm, 0,8mm, 1mm y 2mm.

En la tabla XXV, se observan los valores de diferencia de color entre las resinas Ceram X Duo con una muestra de dentina D3 de base de 3mm y con combinación de resinas de esmalte E de 0,4mm, 0,6mm, 0,8mm, 1mm y 2mm de espesor. Las mayores diferencias de color se observan entre la resina de dentina sola con todas las muestras de combinaciones Dentina-esmalte, la menor diferencia es con la resina de esmalte de menor grosor donde el valor obtenido sería de 15,5 y la mayor diferencia sería con la combinación dentina esmalte de 2mm con un valor de 24,4. El resto de las combinaciones dentina esmalte presentan diferencias perceptibles al ojo humano excepto la de 0,6mm con la de 0,8mm y la de 0,8 con la de 1mm que presentan una diferencia de color de 2,4 y 3,0 respectivamente y la de 1mm con la de 2mm que también presentan diferencia de color de 1,5.

Ceram X Duo	D3 3mm	E3+D3 0,4	E2+D3 0,4
E3+D3 0,4	15,503	0	
E2+D3 0,4	19,833	5,311	0
E1+D3 0,4	22,110	7,815	2,519

Tabla XXVI: Valores de diferencias de color ΔE^* para las muestras de resina compuesta Ceram X Duo D3 dentina (D) de 3mm de espesor con capa de resina de esmalte E1, E2 y E3, en grosores de 0,4mm.

Ceram X Duo	D3 3mm	E3+D3 0,6	E2+D3 0,6
E3+D3 0,6	19,002	0	
E2+D3 0,6	24,039	6,172	0
E1+D3 0,6	27,394	9,813	3,704

Tabla XXVII: Valores de diferencias de color ΔE^* para las muestras de resina compuesta Ceram X Duo D3 dentina (D) de 3mm de espesor con capa de resina de esmalte E1, E2 y E3, en grosores de 0,6mm.

Ceram X Duo	D3 3mm	E3+D3 0,8	E2+D3 0,8
E3+D3 0,8	21,355	0	
E2+D3 0,8	27,394	7,223	0
E1+D3 0,8	30,621	10,924	3,771

Tabla XXVIII: Valores de diferencias de color ΔE^* para las muestras de resina compuesta Ceram X Duo D3 dentina (D) de 3mm de espesor con capa de resina de esmalte E1, E2 y E3, en grosores de 0,8mm.

Ceram X Duo	D3 3mm	E3+D3 1	E2+D3 1
E3+D3 1	24,096	0	
E2+D3 1	29,261	6,997	0
E1+D3 1	32,661	11,287	4,414

Tabla XXIX: Valores de diferencias de color ΔE^* para las muestras de resina compuesta Ceram X Duo D3 dentina (D) de 3mm de espesor con capa de resina de esmalte E1, E2 y E3, en grosores de 1mm.

Ceram X Duo	D3 3mm	E3+D3 2	E2+D3 2
E3+D3 2	24,485	0	
E2+D3 2	29,208	6,907	0
E1+D3 2	32,141	11,684	5,158

Tabla XXX: Valores de diferencias de color ΔE^* para las muestras de resina compuesta Ceram X Duo D3 dentina (D) de 3mm de espesor con capa de resina de esmalte E1, E2 y E3, en grosores de 2mm.

En las tablas XXVI a XXX, se observan los valores obtenidos para la diferencia de color entre las resinas marca Ceram X Duo de dentina D3 combinada con muestras de esmalte E1, E2 y E3 en distintos grosores, cada tabla muestra el ΔE^* de estas resinas con cada uno de los grosores. Se puede observar que todos los valores de ΔE^* son superiores a 3,3 excepto entre E2 y E1 de 0,4 mm de espesor donde la diferencia de color es de 2,5.

	L*
D3 3mm	67,700
E3+D3 0,4	64,150
E2+D3 0,4	66,600
E1+D3 0,4	67,575
E3+D3 0,6	64,233
E2+D3 0,6	67,300
E1+D3 0,6	68,780
E3+D3 0,8	64,400
E2+D3 0,8	67,938
E1+D3 0,8	69,867
E3+D3 1	64,975
E2+D3 1	69,567
E1+D3 1	72,550
E3+D3 2	64,320
E2+D3 2	69,067
E1+D3 2	73,367

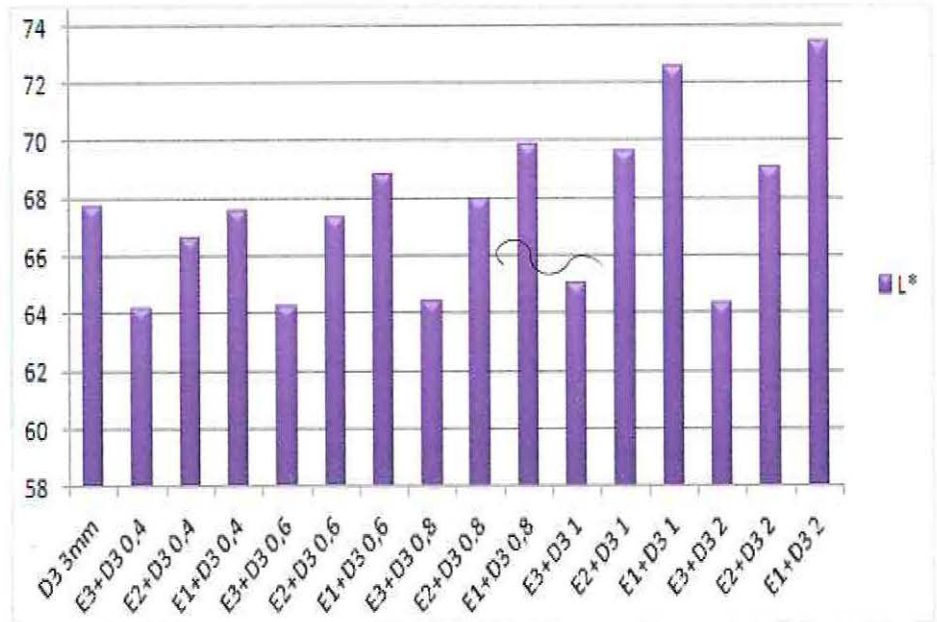


Gráfico 14: valores L* en muestras de resina Ceram X Duo de dentina combinada con esmalte E1, E2 y E3 de 0,4mm, 0,6mm, 0,8mm, 1mm y 2mm de grosor

Tabla XXXI: valores L* en muestras de resina Ceram X Duo de dentina combinada con esmalte E1, E2 y E3 de 0,4mm, 0,6mm, 0,8mm, 1mm y 2mm de grosor

En la Tabla XXXI y en el gráfico 14, se observan los valores para L* que nos indican la diferencias en escala de grises de las distintas muestras. Se observa que el valor de L* disminuyó en las muestras combinadas con esmalte E1, E2 y E3 de 0,4mm con respecto a la muestra de dentina sola D3 de 3mm. El que tuvo menos valor fue la muestra de E3.

A medida que aumenta el grosor de las muestras, también aumenta el valor para L*. En las muestras de E3, el valor aumenta muy poco a medida que aumenta el grosor, prácticamente se mantiene igual. Por otro lado, las muestras con E1, el valor de L* aumenta considerablemente a medida que aumenta el grosor. En cambio en E2, también aumenta el valor pero de manera más sutil.

Resultados presencia de fluorescencia en resina compuesta Filtek Z350XT

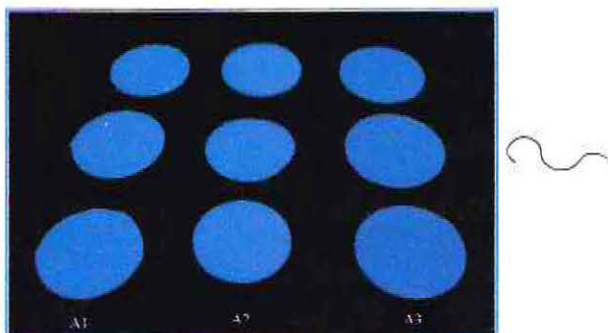


Figura 1: Imagen de presencia de fluorescencia en resina compuesta Filtek Z350XT Dentina 0,5mm de espesor.

En la Figura 1, se observa que las resinas compuestas Filtek Z350XT de dentina en espesor de 0,5mm presentan fluorescencia en sus tres saturaciones A1, A2 y A3. Todas las muestras de resina de la misma saturación presentan intensidad de fluorescencia uniforme. Se puede observar que las resinas A2 son las que presentan mayor intensidad y las que presentan menor intensidad son las resinas A3.

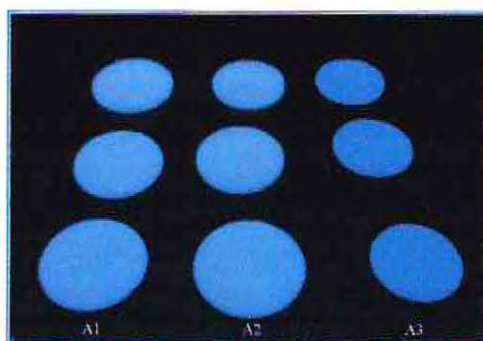


Figura 2: Imagen de presencia de fluorescencia en resina compuesta Filtek Z350XT Dentina 1mm de espesor.

En la Figura 2, se observa que las resinas compuestas Filtek Z350XT de dentina en espesor de 1mm presentan fluorescencia en sus tres saturaciones A1, A2 y A3. Todas las muestras de resina de la misma saturación presentan intensidad de fluorescencia uniforme. Se puede observar que las resinas A2 y A1 presentan similar intensidad en la fluorescencia y las resinas A3 presentan notoriamente menor fluorescencia que las otras saturaciones. Además, se observa una mayor intensidad de fluorescencia que en las resinas de 0,5mm de espesor.

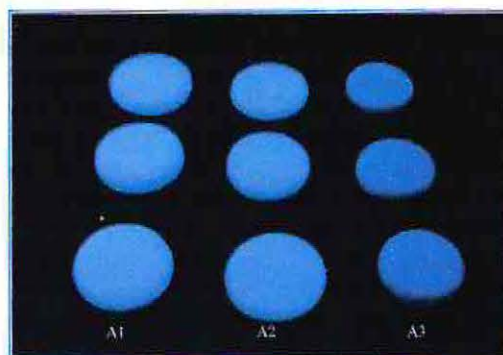


Figura 3: Imagen de presencia de fluorescencia en resina compuesta Filtek Z350XT Dentina 2mm de espesor.

En la Figura 3, se observa que las resinas compuestas Filtek Z350XT de dentina en espesor de 2mm presentan fluorescencia en sus tres saturaciones A1, A2 y A3. Todas las muestras de resina de la misma saturación presentan intensidad de fluorescencia uniforme. Se puede observar que las resinas A2 y A1 presentan igual intensidad en la fluorescencia y las resinas A3 presentan menos fluorescencia que las otras saturaciones. Además, se observa una intensidad de fluorescencia similar a la que se observa en las resinas de 1mm de espesor.

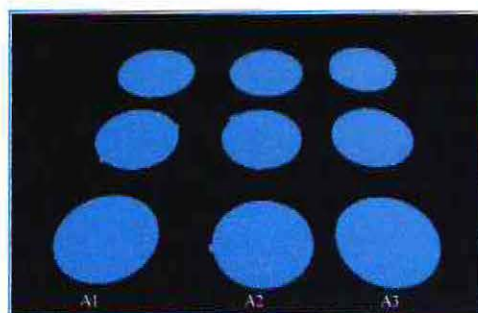


Figura 4: Imagen de presencia de fluorescencia en resina compuesta Filtek Z350XT Body 0,5mm de espesor.

En la Figura 4, se observa que las resinas compuestas Filtek Z350XT de Body en espesor de 0,5mm presentan fluorescencia en sus tres saturaciones A1, A2 y A3. Todas las muestras de resina de la misma saturación presentan intensidad de fluorescencia uniforme. A diferencia de lo observado en las resinas de dentina, en las resinas body se puede observar que las resinas A3 presentan mayor intensidad de fluorescencia y decrece levemente hasta el A1 que presentaría la menor intensidad de fluorescencia de los tres tipos de resina.

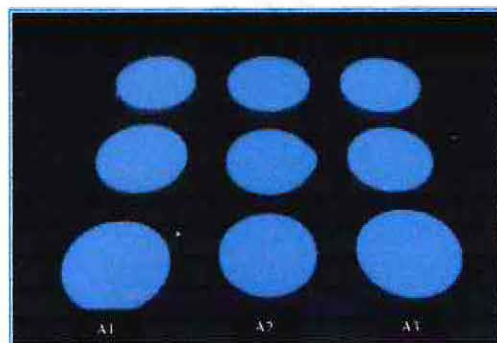


Figura 5: Imagen de presencia de fluorescencia en resina compuesta Filtek Z350XT Body 1mm de espesor.

En la Figura 5, se observa que las resinas compuestas Filtek Z350XT de Body en espesor de 1mm presentan fluorescencia en sus tres saturaciones A1, A2 y A3. Todas las muestras de resina presentan intensidad de fluorescencia uniforme.

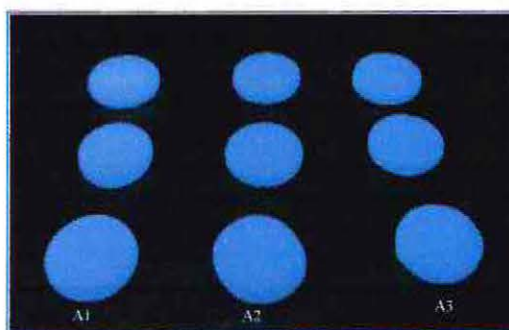


Figura 6: Imagen de presencia de fluorescencia en resina compuesta Filtek Z350XT Body 2mm de espesor.

En la Figura 6, se observa que las resinas compuestas Filtek Z350XT de Body en espesor de 2mm presentan fluorescencia en sus tres saturaciones A1, A2 y A3. Se observa que las muestras de composite A1 presentan fluorescencia levemente más intensa que las muestras A2 y A3.

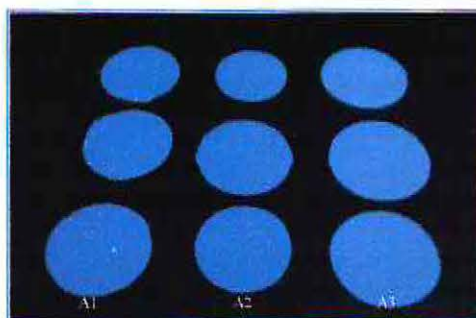


Figura 7: Imagen de presencia de fluorescencia en resina compuesta Filtek Z350XT Esmalte 0,5mm de espesor.

En la Figura 7, se observa que las resinas compuestas Filtek Z350XT de esmalte en espesor de 0,5 mm presentan fluorescencia en sus tres saturaciones A1, A2 y A3. Se observa que las muestras de composite A3 presentan fluorescencia levemente más intensa que las muestras A2 y, a su vez, las resinas A2 presentan levemente más intensidad que las resinas A1.

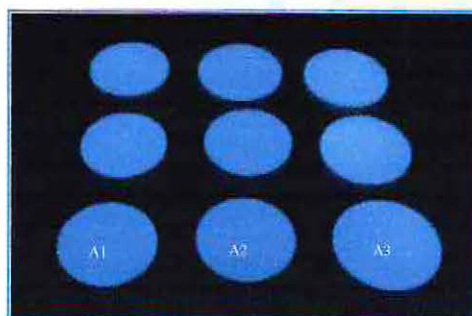


Figura 8: Imagen de presencia de fluorescencia en resina compuesta Filtek Z350XT Esmalte 1mm de espesor.

En la Figura 8, se observa que las resinas compuestas Filtek Z350XT de esmalte en espesor de 1mm presentan fluorescencia en sus tres saturaciones A1, A2 y A3. Se observa también que las muestras de composite presentan fluorescencia uniforme en las tres saturaciones.

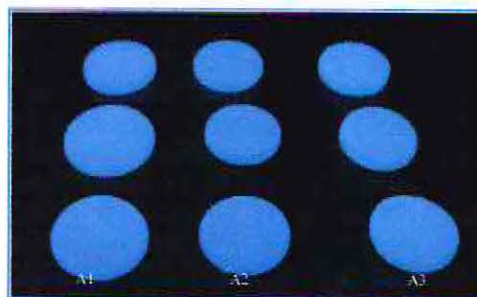


Figura 9: Imagen de presencia de fluorescencia en resina compuesta Filtek Z350XT Esmalte 2mm de espesor.

En la Figura 9, se observa que las resinas compuestas Filtek Z350XT de esmalte en espesor de 2mm presentan fluorescencia en sus tres saturaciones A1, A2, y A3. Se observa que las muestras de composite presentan aproximadamente la misma intensidad de fluorescencia en las tres saturaciones.

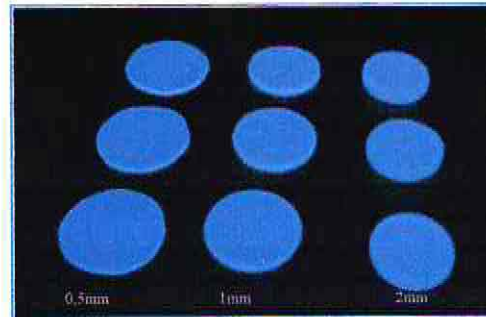


Figura 10: Imagen de presencia de fluorescencia en resina compuesta Filtek Z350XT translucido CT de 0,5mm, 1mm y 2mm de espesor.

En la Figura 10, se observa que las resinas compuestas Filtek Z350XT de translucido CT de 0,5mm, 1mm y 2mm de espesor. Todas las muestras presentan fluorescencia. Se observa que a mayor grosor, mayor es la intensidad de la fluorescencia.

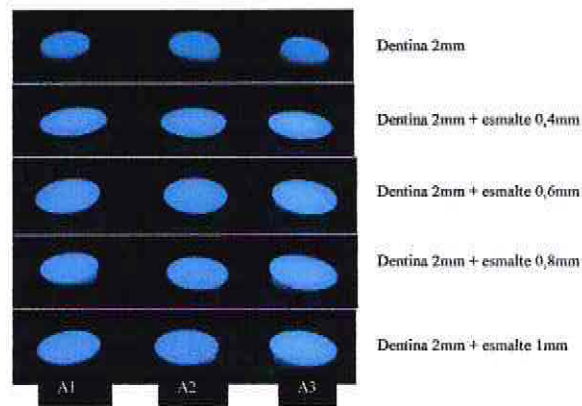


Figura 11: Imagen de presencia de fluorescencia en resina compuesta Filtek Z350XT Dentina 2mm y combinaciones de dentina 2mm con esmalte de 0,4mm, 0,6mm, 0,8mm y 1mm.

En la Figura 11, se observan las resinas compuestas Filtek Z350XT de Dentina A2 de 2mm y combinaciones de resina de dentina de 2mm con resina de esmalte de 0,4mm, 0,6mm, 0,8mm y 1mm. En las muestras de resina de dentina sin esmalte se observa claramente una menor intensidad de fluorescencia, en todo el resto de las muestras se observa una intensidad de fluorescencia uniforme.

Resultados presencia de fluorescencia en resina compuesta Ceram X Duo

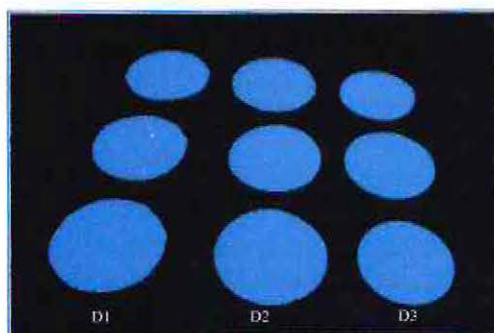


Figura 12: Imagen de presencia de fluorescencia en resina compuesta Ceram X Duo de Dentina de 0,5mm de espesor.

En la Figura 12, se observa que las resinas compuestas Ceram X Duo de dentina de 0,5mm espesor presentan todas las muestras fluorescencia en intensidades similares tanto las resinas de más saturación de color como las de menos saturación.

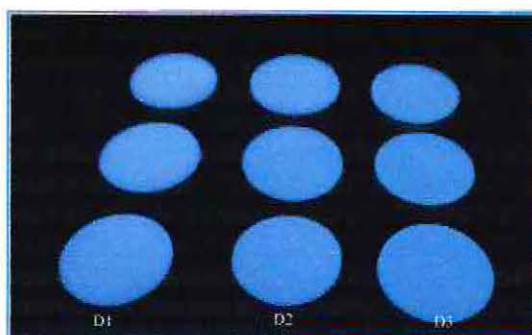


Figura 13: Imagen de presencia de fluorescencia en resina compuesta Ceram X Duo de Dentina de 1mm de espesor.

En la Figura 13, se observa que las resinas compuestas Ceram X Duo de dentina de 1mm espesor todas las muestras presentan fluorescencia en intensidades similares, siendo levemente menor en la saturación D3.

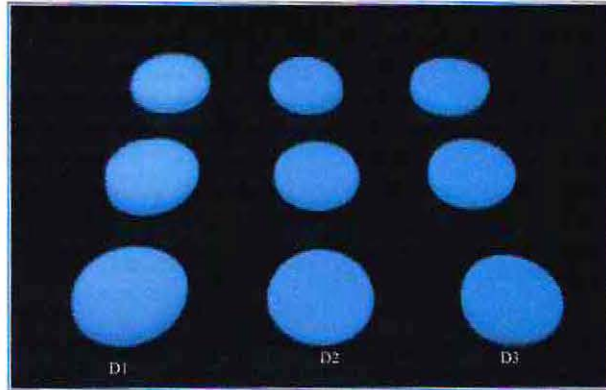


Figura 14: Imagen de presencia de fluorescencia en resina compuesta Ceram X Duo de Dentina de 2mm de espesor.

En la Figura 14, se observa que las resinas compuestas Ceram X Duo de dentina de 2mm espesor todas las muestras presentan fluorescencia. Las muestras D1 emiten fluorescencia de mayor intensidad que las otras muestras, las muestras D2 presentan una intensidad levemente menor y las muestras D3 presentan una intensidad menor a D2.

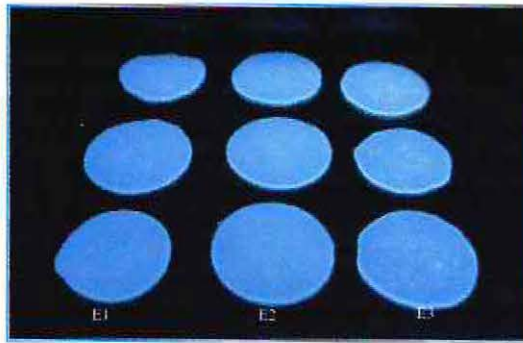


Figura 15: Imagen de presencia de fluorescencia en resina compuesta Ceram X Duo de Esmalte de 0,5mm de espesor.

En la Figura 15, se observa que las resinas compuestas Ceram X Duo de esmalte de 0,5mm espesor todas presentan una intensidad de fluorescencia uniforme.

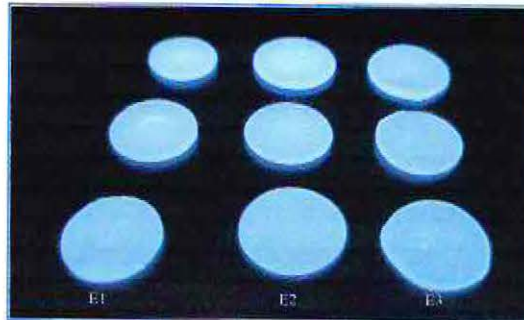


Figura 16: Imagen de presencia de fluorescencia en resina compuesta Ceram X Duo de Esmalte de 1mm de espesor.

En la Figura 16, se observa que las resinas compuestas Ceram X Duo de esmalte de 1mm espesor todas presentan una intensidad de fluorescencia uniforme y se observa una intensidad mayor que en las muestras de 0,5mm.



Figura 17: Imagen de presencia de fluorescencia en resina compuesta Ceram X Duo de Esmalte de 2mm de espesor.

En la Figura 17, se observa que las resinas compuestas Ceram X Duo de esmalte de 2mm espesor. Todas presentan fluorescencia, las muestras de E3 presentan levemente menor intensidad de fluorescencia.

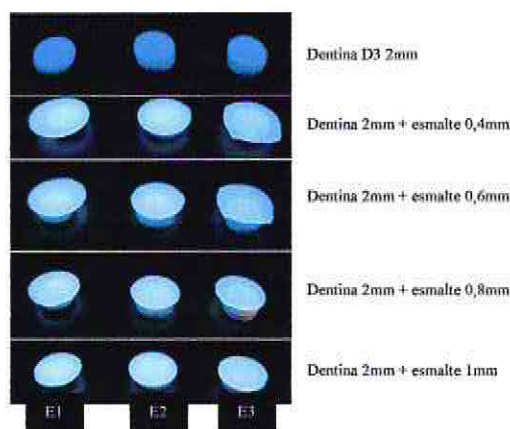


Figura 18: Imagen de presencia de fluorescencia en resina compuesta Ceram X Duo dentina D3 de 2mm y combinaciones de dentina 2mm con esmalte de 0,4mm, 0,6mm, 0,8mm y 1mm.

En la Figura 18, se observan las resinas compuestas Ceram X Duo de Dentina D3 de 3mm y combinaciones de resina de dentina de 3mm con resina de esmalte de 0,4mm, 0,6mm, 0,8mm y 1mm. En las muestras de resina de dentina sin esmalte se observa claramente una menor intensidad de fluorescencia y un color de fluorescencia más azulado, en todo el resto de las muestras se observa una intensidad de fluorescencia uniforme y una fluorescencia de tonalidad más verdosa y más clara.



Discusión

El objetivo de este estudio es describir los parámetros de translucidez, la diferencia de color y la fluorescencia de dos sistemas de resina compuesta para técnica estratificada, elegidos entre los más utilizados por los clínicos.

La elección del color en odontología es una tarea difícil debido a la naturaleza policromática del diente y por las limitaciones de los materiales restauradores (Nagai y cols., 2010), es por esta razón que cobra tanta importancia el conocimiento acabado de los sistemas de resina que se utilizarán al realizar las restauraciones, sobre todo en el sector anterior.

En esta investigación, se calculó el parámetro de translucidez para los distintos tipos de resina, tanto para dentina, como para esmalte, translucido y body, en muestras de distintos grosores de estas resinas para ayudar al odontólogo a una más fácil elección de la cantidad y tipo de material a usar para cada caso. Se observó la diferencia de color en las dos marcas de resinas para las combinaciones de composite de dentina con capas de distintos grosores de resina de esmalte y así permitir la valorización de la influencia que tienen las resinas de esmalte en el color final de la restauración y en el valor de ésta.

Adicionalmente, todas las muestras fueron sometidas a luz negra (radiación ultravioleta) para observar la presencia de fluorescencia en ellas, también fueron sometidas a este proceso las combinaciones de resinas de dentina como base con capas de resina esmalte en distintos grosores, de este modo, se pudo observar la influencia de la última capa de esmalte en la fluorescencia final de la restauración.

En ocasiones, se considera que el fondo de la restauración influye de manera considerable en su color final (Lee, 2007), es por eso, la importancia del estudio de la translucidez de las resinas en sus distintas opacidades, de este modo, el clínico tiene la opción de manejar los espesores de resina necesarios para bloquear el fondo oscuro de la cavidad bucal o para bloquear sustratos oscurecidos (Kim y cols., 2009).

En el análisis del parámetro de translucidez de las muestras de resina compuesta de Filtek Z350XT se observa que hay 3 grupos de distinto parámetro de translucidez. Un primer grupo que corresponde a las muestras de 0,5mm de espesor que es el grupo de mayor translucidez, lo que concuerda con lo expuesto por Kim y cols. y Kamishima y cols., que dicen que la translucidez de las resinas aumenta de manera exponencial a medida que disminuye el grosor de las muestras; un segundo grupo que corresponde a las muestras de 1mm de espesor y un tercer grupo que corresponde a las de 2mm de espesor, este último que sería el de las resinas más opacas en este estudio.



A su vez, dentro de cada uno de estos grupos se observa tres subgrupos de distinta translucidez, que corresponden a las resinas de Dentina (D), Body (B) y Esmalte (E), entre los que las resinas de esmalte son las más translúcidas y las de dentina las más opacas, lo cual, valida lo que dice Kim y cols. y Kamishima y cols., que explican que los composites opacos son menos translúcidos que el resto, ya que la translucidez de estos materiales es influida por el índice de refracción entre la matriz de resina y el relleno, por lo tanto, los composites con partículas de relleno de menor tamaño y con menor cantidad son más translúcidos. Esto también concuerda con lo expuesto por Ryan y cols., que sólo observó el TP en muestras de 2mm de grosor y concluyó que las muestras de dentina son las menos translúcidas, las body tienen una translucidez intermedia y las de esmalte son las más translúcidas, sólo si son comparadas entre muestras del mismo grosor.

Otra de las observaciones interesantes del presente estudio es que a medida que aumenta el grosor de las resinas se hace más marcada la diferencia de translucidez entre los composites de esmalte, dentina y body. También se observó que las resinas de color A3, son de mayor translucidez que las A2 y estas últimas de más translucidez que las A1, excepto en las resinas de dentina donde las resinas A3 tienen prácticamente el mismo TP que las A2, pero ambas siguen siendo más translúcidas que las A1, este último hallazgo no concuerda con lo expuesto por otros autores como Yu y Lee, o lo que dice Villarroel y cols., que plantean que supuestamente al aumentar la saturación de la resina la translucidez debería disminuir, estas diferencias se pueden deber a la forma en que fue medido el color en este estudio, ya que sólo se pudo contar con el instrumento Easy Shade®, el cual, no es el más apropiado para este procedimiento. Lo observado también se puede deber a que la cantidad de muestras era muy pequeña y por ende no son extrapolables los resultados, por lo tanto, se proponen estudios futuros sobre este tema.

Es importante destacar que las muestras de Esmalte A1 de 0,5mm no pudieron ser medidas porque el instrumento que se utilizó para realizar las mediciones de color, Easy Shade®, no reconoció valores dentro del rango de colores que el instrumento puede medir.

Entre de los resultados, llamó la atención, que la diferencia de TP entre las muestras de resina de esmalte, dentina y body del mismo grosor no fueran tan grandes y que las muestras de dentina de 0,5 fueran más translúcidas que las de esmalte de 1mm y que las muestras de dentina de 1mm fueran más translúcidas que las de esmalte de 2mm. De todo esto se puede concluir que una resina de dentina marca Filtek Z350XT en grosores pequeños no serviría para bloquear sustrato dentario oscurecido.

Al igual que expuesto por Ikeda y cols., se recomienda usar una resina opaca de dentina en caso que haya que bloquear el fondo de la cavidad oral, pero hay que tener muy presentes los grosores de cada capa ya que en espesores muy delgados, las resinas de dentina tienen una alta translucidez, además, no se recomienda sólo el uso de esta resina ya que hay que recordar que los dientes tienen múltiple translucidez en distintas zonas, por lo tanto, se la debería usar para hacer menos visible el fondo negro de la cavidad oral, pero en el resto de la restauración es conveniente mezclar distintos tipos de resinas de diferente translucidez, de distintos grosores y color para poder imitar de la

mejor manera posible al diente vecino, es decir, utilizar una técnica estratificada. De ahí, la importancia de tener un acabado conocimiento de las propiedades ópticas de los materiales restauradores.

Se considera conveniente recomendar a los clínicos hacer, cuando sea posible, una prueba de color con la resina polimerizada ya que éstas cambian de color y translucidez una vez que son fotocuradas. (Ryan y cols., 2010).

La translucidez de las resinas compuestas está influida por la translucidez de la matriz de resina, la dispersión de luz del relleno, el porcentaje de pigmentos y por agentes opacificadores (Lee y cols., 2005) y así como las resinas compuestas varían su translucidez, los dientes varían su color y su translucidez de paciente a paciente, del tipo de diente y del área de un mismo diente (Yu y cols., 2009), por lo tanto, nuevamente se recalca la necesidad de tener un conocimiento acabado de las propiedades ópticas de los dientes y de las resinas a utilizar como material restaurador.

Como ejemplo, es importante tener en claro que la propagación de la luz en la dentina es distinta a la resina compuesta ya que se sabe que la dentina tiene túbulos dentinarios que producen dispersión de la luz. La densidad y el diámetro de los túbulos puede afectar la propagación de la luz y la orientación de estos túbulos va a producir anisotropía de la dentina.

Los componentes orgánicos de la dentina son los responsables tanto de la absorción de luz como de la transmisión de la luz. El lugar, la edad y los cambios patológicos de cada sujeto pueden causar grandes variaciones en la transmisión de luz de la dentina lo que complica la elección de un color adecuado para restaurar (Nakajima y cols., 2012)

En los resultados del presente estudio hay diferencias de los valores de TP bastante considerables en comparación con otros estudios similares, esta diferencia puede tener su origen en la forma de elaboración de las muestras, en la forma de tomar las mediciones y en el instrumento utilizado para tomar las mediciones de color, pero, es importante destacar que el objetivo de este estudio que era describir los grados de translucidez y diferencias de color de dos sistemas de resina, para constituir un apoyo al proceso restaurador, se cumplió a cabalidad.

Las propiedades ópticas de las resinas están muy influidas por otros factores aparte del espesor, que son, por ejemplo, la composición de la matriz de resina, la composición del relleno, la cantidad de relleno, los pigmentos y otros aditivos (Yu y Lee, 2008)

En relación a la resina compuesta Ceram X Duo, no se pudo realizar los registros del TP para las muestras de esmalte, excepto para la muestra E3 de 2mm, ya que a todo el resto de las muestras, el instrumento para medir, Easy Shade®, no contaba con el rango necesario para registrar ese color.

Al igual que en el sistema de resina Filtek Z350XT, se observa claramente tres grupos que corresponden a las muestras de 0,5mm de espesor que serían las más translúcidas, luego las de 1mm de espesor y finalmente las más opacas serían las de 2mm de espesor.

Las muestras de resina de esmalte E3 de 2mm presentarían un TP mayor que las muestras de 1mm de dentina y menor que las muestras de dentina de 0,5mm, con este hecho podríamos concluir que las resinas de esmalte de Ceram X Duo son más translúcidas que las del Filtek Z350XT ya que en esta última marca de resina, las muestras de esmalte de 2mm tenían un valor de TP más cercano a las resinas de dentina de su mismo espesor.

Al igual que en las resinas Filtek, los Ceramex Duo presentaron mayores valores de TP en las resinas de color más saturados, es decir, las D3 más translúcidas que las D1, excepto en las de 0,5mm de grosor donde D3 tuvo el mismo valor TP que las D1. Yu y Lee, 2008, dicen que la translucidez está influida por el tono de la resina, pero dice que las resinas más saturadas son menos translúcidas, lo cual, no concuerda con lo observado en el presente estudio.

Con respecto a las diferencias de color, se considera un valor ΔE^* de 3,3 o mayor como perceptible clínicamente.

En relación a los resultados obtenidos en las muestras de resina compuesta Filtek Z350XT, de dentina de 3mm de espesor sobre un fondo de su mismo material, con capas de resina de esmalte en distintos grosores, se aprecia que el color de la restauración con una capa de esmalte cambia considerablemente, pero a medida que se aumenta el grosor de la capa de esmalte las diferencias varían y pasan a ser cada vez menos perceptibles, esto puede deberse a que la capa de esmalte empieza a bloquear el color de la dentina de base, por esto, entre ellas llega a haber menos diferencia de color, se puede concluir entonces que en la medida del aumento en el grosor de la capa de resina de esmalte sobre la muestra de dentina, menor es la diferencia de color apreciada entre las muestras, tanto así que llegan a ser diferencias imperceptibles clínicamente.

También se observa que las diferencias de colores entre las muestras de dentina con esmalte de distintos grosores es menor en las muestras que tienen esmalte A3 (más saturado), donde las diferencias de color entre los distintos grosores de esmalte es sólo perceptible al comparar la muestra de 0,4mm con la de 1mm de espesor.

Al comparar las muestras combinadas de resina de dentina con capa de resina de esmalte de 0,4 mm de espesor en sus distintos colores de A1, A2 y A3, se observa que entre las resinas A2 y A3 no hay diferencias perceptibles, entre el A1 y A2, la diferencia es perceptible pero está en el límite y la mayor diferencia de color se encuentra entre la resina A1 y A3, resultado completamente esperable. En el caso de las resinas combinadas con esmalte de 0,6 mm de espesor se observan diferencias de color más marcadas entre ellas donde la con menor diferencia de color sería entre las resinas A1 y A2 y la mayor diferencia de color sería entre la A1 y A3. Cuando las resinas de esmalte fueron de 0,8mm de espesor, los valores de diferencia de color aumentaron, por lo tanto, a medida que aumenta el grosor de la capa de esmalte, es mayor la diferencia de color entre las muestras, esto se puede deber a que el esmalte al ser más grueso, es menos translucido, por lo tanto, se bloquea más el color base de la resina de dentina y además se satura más el color de la resina de esmalte, eso genera que las diferencias de color entre los distintos tipos de resina de

esmalte se vayan acentuando más. En el caso de las resinas de esmalte de 1mm de espesor, la menor diferencia fue entre las resinas A3 y A2 y la mayor diferencia fue entre A3 y A1. Nuevamente se observa que los valores de diferencias de color aumentaron excepto entre las resinas A3 y A2, esto puede deberse a que las diferencias de color entre los grosores de 0,8 y 1mm de estas resinas ya no son importantes, se podría pensar que en esos grosores ya son lo suficientemente opacas como para no generar tanta diferencia de color entre ellas.

Otro análisis que se hizo fue comparar los valores para el parámetro L^* correspondiente a la cantidad de blanco y negro que tiene un determinado objeto, donde a medida que el valor es más alto quiere decir que es más cercano al blanco y a medida que el valor es más bajo, es más cercano al negro, es decir, a mayor L^* , mayor es el valor de la muestra y a menor L^* menor es el valor de la muestra.

En el caso de las combinaciones de resina Filtek Z350XT, la que presentó el menor valor de L^* fue la muestra de dentina sola. Todas las combinaciones de resinas de dentina con resinas de esmalte en los distintos grosores tuvieron valores mayores a la dentina sola y entre ellas, las de menor valor fueron las que tenían resina de esmalte A3 entre ellas la de menor grosor fue la que registró el menor valor. Claramente se observa grupos correspondientes a los grosores de las resinas de esmalte, donde las de 0,4mm fueron las de menor valor y a medida que aumentaba el grosor aumentaba el valor de la muestra. Las resinas de esmalte A1 fueron las que presentaron mayor valor y la diferencia entre esta resina con las A2 y A3 se incrementa a medida que aumenta el grosor de la capa de resina. Esto no concuerda con lo que dice Villarroel y cols., que expone que si se aplica una pequeña capa de resina de esmalte sobre resina de dentina, la muestra siempre se va a ver más oscura o de menor valor. Sin embargo, se comprueba que al usar una capa de esmalte más gruesa se va a tener una mayor influencia en el color final de la restauración (Friebel y cols, 2011)

Según lo descrito por Schmeling y cols., el 2010, que compararon muestras combinadas de dentina con capas de esmalte de alto, medio y bajo valor en los grosores de 0,4; 0,6; 0,8 y 1mm, dicen que al aplicar una capa de esmalte se disminuye el valor de la muestra y que a medida que esta capa es más gruesa, más disminuye el valor. Lo cual, es completamente contrario a lo observado en este estudio para las muestras de resina compuesta Filtek Z350XT, esto puede ocurrir porque las muestras de este estudio eran muestras de esmalte con color y de acuerdo a los valores que se obtuvieron en los TP, estas resinas no son tan translucidas como las de otras marcas. Además, hay que tener en cuenta que el instrumento para realizar las mediciones de las muestras, Easy Shade®, no es el más indicado para obtener valores exactos de CIE $L^*a^*b^*$. Supuestamente la disminución del valor L^* cuando aumenta la capa de esmalte se debe a la dispersión de la energía luminosa que es inherente a los objetos translucidos, por lo tanto, se produce una disminución en la reflexión de la muestra. En el estudio de Schmeling se encontró que a medida que aumentaba la capa de esmalte, disminuía el valor de la restauración, independiente del tipo de esmalte y también los esmaltes de bajo valor eran los que tenían menos

valor, independiente del grosor. Por lo tanto, se describe que al aumentar el grosor de la capa de esmalte sobre un fondo negro, similar a la cavidad oral, se aumenta el valor, pero cuando se aplica sobre fondo blanco simulando sustrato dentario u otra resina, los incrementos de la capa de esmalte disminuyen el valor de la restauración. También se describe que los resultados obtenidos con las resinas de distintos grosores presentan diferencias de color mayores a la perceptible clínicamente, es decir ΔE^* mayor a 3,3. Es importante destacar que en un diente natural no ocurre lo mismo, en dientes jóvenes cuyo esmalte es más grueso, se observa mayor brillo y a medida que el esmalte se desgasta, se hace más translucido y el brillo disminuye. Por tanto, se recomienda considerar estas características de las resinas compuestas al hacer la restauración de un diente.

Kamishima y cols., en su estudio, no encontraron diferencias de color entre una base de resina de dentina más body en comparación con la misma base más una capa de resina de esmalte, lo cual, lo explican planteando que la capa de esmalte era del mismo color que las de body y dentina, por lo tanto, por esa razón puede no haber habido diferencias de color, pero en el presente estudio en la muestra en que la capa de esmalte era del mismo color que la capa de dentina, también los ΔE^* eran bastante elevados. Kamishima al estudiar otro tipo de resina compuesta que es más translúcida en el esmalte, dijo que la restauración empieza a tomar el color del esmalte solamente cuando esta última capa supera 1mm de espesor. En este tipo de resina, una pequeña capa de esmalte cambia drásticamente el color final de la restauración, por lo tanto, en estos casos los clínicos deben controlar con cuidado el espesor de la capa de esmalte para evitar que este vaya a ser el color dominante de la restauración.

Yu y Lee el 2008, explicaron que los parámetros L^* a^* y b^* disminuyeron cuando se tomaron los registros sobre fondo negro, esto indica que el fondo negro no sólo influye en la luminosidad de la restauración sino que también en el croma, es por eso que a veces en grandes clases III y IV de Black, se observan con una coloración grisácea ya que no hay estructura dentaria de soporte (Ikeda y cols., 2004).

Ha habido estudios en los que se midió la diferencia de color entre unas resinas compuestas sobre fondo negro y sobre fondo de su mismo material, las resinas opacas no mostraron mucha diferencia de color lo que indica que tienen la capacidad de bloquear sustratos oscurecidos y el fondo oscuro de la cavidad oral (Ikeda y cols., 2004).

Ikeda, al igual que en el presente estudio, establece que con las muestras muy delgadas de resina, aunque sea resina opaca, son muy translúcidas y no serían capaces de bloquear un fondo oscuro, por eso, el clínico tiene que tener presentes los espesores de material a usar para poder obtener resultados óptimos.

La translucidez de las resinas compuestas es necesaria para poder imitar las características ópticas del diente y, además, ayuda a que en los casos que aún queda estructura dentaria ésta se transluzca y permita producir un efecto mimético de la resina con el diente. Cabe recordar que la translucidez no se debe solamente al espesor del material, sino que también a los coeficientes de

dispersión y absorción de la resina, de las partículas de relleno, de los pigmentos y opacificadores (Yu y Lee., 2008)

Con respecto al ΔE^* de las resinas compuestas Ceram X Duo, se observa que presentan diferencias de color mayores entre los distintos grosores que en el caso de la marca Filtek. Se aprecia que a medida que aumenta el grosor de la capa de esmalte aumenta también la diferencia de color en comparación con la muestra de dentina sola. La muestra combinada de dentina y esmalte de menor grosor presenta el menor ΔE^* y la de mayor grosor presenta el mayor ΔE^* . En el caso de las resinas E1, las únicas diferencias de color que no serían perceptibles clínicamente son entre las de 0,6mm de espesor y la de 0,8mm de espesor; la de 0,8mm en comparación con la de 1mm y la de 1mm con la de 2mm de espesor.

En el caso de las resinas E2 los valores de diferencias de color aumentaron en algunos casos y en otros disminuyeron. El delta E^* de las de 0,8 mm en comparación con las de 1 y 2mm no son perceptibles por el ojo humano al igual que la de 1 mm en comparación con la de 2 mm. Esto se puede deber a que en esos grosores la resina de esmalte ya es lo suficientemente opaca como para bloquear el color de la dentina de base, por lo tanto, el color que predomina sería el de la resina de esmalte, por ende no habrían grandes variaciones en el ΔE^* entre estas muestras.

Con las resinas de esmalte E3, las diferencias de color con la base de dentina D3 fueron altas, pero más bajas que en el caso de las resinas de esmalte E1 y E2, esto puede deberse a que el tinte del esmalte E3 podría ser levemente más parecido a la dentina D3 que los otros esmaltes. Las diferencias de color entre las combinaciones de resinas dentina-esmalte de distintos grosores todas presentan diferencias perceptibles clínicamente excepto las muestras de 0,6 con la de 0,8mm; la de 0,8 con la de 1mm y la de 1mm con la de 2mm.

Con respecto a las diferencias de color entre las combinaciones de resina de dentina D3 y esmalte E1, E2 y E3 en sus distintos grosores, en todas se observaron delta E^* mayor a 3,3, por lo tanto, en todas es perceptible una diferencia de color, excepto en las muestras de 0,4 mm de espesor entre las resinas E2 y E1. Esto nos indica que en esta marca de resina, los incrementos de resina de esmalte van a afectar enormemente el color final de la restauración y lo mismo ocurre al usar incrementos de esmalte del mismo espesor pero distinto color, lo que va a cambiar el color final de la restauración.

En otro estudio realizado por Kim y cols. el 2009, las muestras de esmalte tenían mucho mayores diferencias de espesor que en el presente trabajo y ellos encontraron grandes diferencias de color entre las muestras, aunque después de los 2 mm de grosor en las muestras, prácticamente no había diferencias de color, lo más probable es que la resina de esmalte ya estuviera bloqueando todo el color de base. En el presente estudio a pesar que las diferencias de grosores eran mínimas, las diferencias de colores eran perceptibles clínicamente, aunque hay que considerar que se debería hacer otro estudio utilizando un espectrofotómetro más específico para la medición de muestras.

Con respecto al valor de L^* para las muestras de resina Ceram X Duo combinadas de dentina con esmalte, se observa que todas las muestras con E3 en sus distintos grosores disminuyeron el valor respecto de la muestra de dentina sola, en el caso de E2, la muestra más delgada disminuyó el valor y las otras lo mantuvieron o incrementaron muy poco a medida que aumentaba el grosor de la capa de esmalte. Las muestras con combinación dentina y esmalte E1, la de menor grosor mantuvieron el valor y a medida que aumentaba el grosor aumentaba también el valor de manera considerable.

Según Friebel y cols., las diferencias de color cuando se aplican capas delgadas de resina de esmalte, son no perceptibles clínicamente, pero cuando estas capas aumentan, los valores de *diferencia de color superan con creces lo perceptible clínicamente, por lo tanto, el color final de la restauración va a estar muy influido por el grosor de la capa de resina de esmalte. Es decir, esta última capa influye de manera decisiva en el color final de la restauración, influye más que las capas de base. Por eso, cobra tanta importancia el conocimiento acabado del comportamiento del color de los sistemas de resinas compuestas para así poder lograr un resultado más estético.*

Según Lefever y cols., el objetivo principal de la odontología restauradora es reemplazar el tejido dentario dañado con materiales que posean las propiedades biológicas, físicas y funcionales similares al diente. Las propiedades ópticas están determinadas por la interacción de la luz con la dentina, el esmalte y la pulpa, por eso, se necesita varios grados de translucidez, opacidad y efectos especiales en las resinas de dentina y esmalte, además de efectos de opalescencia y fluorescencia.

Es importante recalcar que Alghazali y cols. en 2011, señalaron que el instrumento Easy Shade® no es el adecuado para medir muestras de composite con el sistema CIE $L^*a^*b^*$, porque sus resultados son estadísticamente distintos a los entregados por un espectrofotómetro de laboratorio. *Los valores entregados por Easy Shade® tienen diferencias mucho mayores a las clínicamente aceptables. Se cree que estas diferencias al medir con Easy Shade® se pueden deber a que mantener la punta activa del instrumento con la muestra de resina en 90° es muy complicado, por lo tanto, cualquier desviación va a generar un ángulo que va a modificar la entrada de luz y cambiaría la toma de color. Además, el Easy Shade® usa sólo un calibrador de color, lo cual puede no ser suficiente para obtener una medición exacta. Por estas razones, se llegó a la conclusión que el Easy Shade® no es un instrumento adecuado para obtener mediciones exactas de color en parámetros CIE $L^*a^*b^*$.*

Bin y Lee, recalcan que las restauraciones deben tratar de ser lo más parecidas posible al diente bajo distintas fuentes luminosas, bajo luz día, bajo luz UV, bajo luz fluorescente, bajo flashes fotográficos, etc., *razón por la cual cobra tanta importancia el estudio de la fluorescencia de las resinas compuestas.*

Con respecto a la fluorescencia de las muestras de resina compuesta Filtek Z350XT, se pudo observar que a pesar que todas las muestras presentan fluorescencia, las resinas de dentina A3

fueron las que presentaron menor intensidad y esto se acrecentaba a medida que aumentaba el grosor de las muestras. Las resinas A1 y A2 presentaban un color de fluorescencia más celeste y la A3 un color más azulado. Estas diferencias pueden deberse a los pigmentos y rellenos que se necesitan para formar determinado color que pueden afectar la capacidad de los elementos que producen la fluorescencia.

En el caso de las resinas body y esmalte todas presentaban una fluorescencia uniforme en todos sus grosores. En el caso de la resina translúcida, presentó una fluorescencia levemente menor lo cual se puede deber a su mayor translucidez lo que permite visualizar más el fondo negro donde se apoyaban las muestras.

En el caso de las combinaciones de resinas de dentina con resina de esmalte en distintos grosores, la fluorescencia final tiende a ser más parecida a la fluorescencia de la capa de esmalte y no hay grandes diferencias dependiendo del grosor de la capa ni del color de la capa de resina de esmalte.

La resina compuesta Ceram X Duo presenta fluorescencia en todas sus muestras, al igual que la resina Filtek, las muestras de dentina más saturadas tienden a tener un poco menos de fluorescencia y es de un tono un poco más azulado, sobre todo cuando aumenta el grosor. La resina de dentina menos saturada D1 tiende a tener una fluorescencia más intensa y de color más celeste.

En el caso de las resinas de esmalte presentan una fluorescencia similar entre ellas. Se hace más intensa a medida que aumenta el grosor de la capa y, al igual que en los casos anteriores, en las muestras más saturadas la fluorescencia es levemente menos intensa.

En el caso de las muestras combinadas de dentina con resina de esmalte, la fluorescencia final es similar a la fluorescencia de la capa final de esmalte observándose que independiente del grosor de esta última capa todas presentan una fluorescencia similar. Cabe destacar que presentan una fluorescencia de un color un poco más verdosa que las resinas Filtek Z350XT.

Para estudios futuros se recomienda hacer las muestras con un sistema mecanizado o por laboratorio, hacer las mediciones con un espectrofotómetro estandarizado para medir color de muestras. Se recomienda hacer más muestras y más mediciones por cada muestra para tener una base de datos más grande y que los valores obtenidos sean extrapolables. Se pueda comparar los parámetros L^* a^* y b^* por separado entre las muestras tanto en el fondo negro como en el blanco y en un fondo del mismo material. También se recomienda estudiar la fluorescencia de manera cuantificada para poder hacer un análisis comparativo entre las muestras.

Conclusiones

Mediante el análisis de los resultados obtenidos en esta investigación y basándonos en los objetivos planteados inicialmente, se puede concluir lo siguiente:

1. Se puede determinar que las resinas de dentina son menos translucidas que las resinas de esmalte, tanto en las resinas Filtek Z350XT y en Ceram X Duo.
2. Se identificó presencia de fluorescencia en todas las muestras de las resinas estudiadas.
3. Se logró observar que la translucidez aumenta de manera exponencial a medida que el espesor de la resina disminuye. También se observó que la translucidez varía dependiendo de la saturación de la muestra.
4. Se observó presencia de fluorescencia en todas las muestras combinadas de resinas de dentina y esmalte de intensidad similar entre todas las muestras de distintos grosores.
5. Se observó presencia de fluorescencia en todas las muestras combinadas de resinas de dentina y esmalte con leves diferencias de color de fluorescencia entre las marcas de resina.
6. Se observó diferencias significativas de color entre las muestras de resina combinadas de dentina y esmalte en distintos grosores, entre ellas y en comparación con la muestra control de sólo dentina.
7. Se observa que el valor aumenta con las capas de esmalte en todos sus grosores y en todas las saturaciones en el sistema de resina Filtek Z350XT. En el sistema Ceram X Duo, las muestras más saturadas disminuyeron el valor y las menos saturadas mantuvieron el valor de la dentina o lo aumentaron.

Resumen

La translucidez de las resinas compuestas es una propiedad importantísima de las restauraciones de composites ya que dependiendo de esta propiedad va a variar el color final de la restauración, del mismo modo la fluorescencia de los materiales restauradores va a influir en la percepción visual de la obturación dependiendo de la luz a la cual sea expuesta.

El objetivo de este trabajo es determinar las características diferenciales de las resinas compuestas de esmalte y dentina para técnica estratificada en restauraciones estéticas según sus características de translucidez, diferencias de color y fluorescencia para los sistemas más utilizados en Chile.

Se confeccionó muestras de resina compuesta marca Filtek Z350XT y CeramX Duo de distintos grosores de esmalte, dentina y body y se midió su color sobre un fondo blanco y un fondo negro para así calcular el parámetro de translucidez (TP). Además, se efectuó un muestreo de dentina como base con distintos grosores de resina de esmalte y se calculó la diferencia de color entre ellos. Todas las muestras fueron expuestas a luz negra para evaluar la fluorescencia.

Los resultados fueron que la translucidez aumenta de manera exponencial a medida que disminuye el grosor de la resina. Las diferencias de TP entre resinas de esmalte y dentina son menores de lo que se esperaba. Las diferencias de color al aplicar una capa de resina de esmalte influye de manera considerable sobre el color final de la restauración. Todas las muestras de resina presentaron fluorescencia. Las conclusiones obtenidas constituyen un apoyo práctico a la toma de decisiones del clínico.

Bibliografía

- 1) Alghazali N., Burnside G., Smith R., Preston A., Jarad F. (2011): Performance assessment of vita easy shade spectrophotometer on colour measurement of aesthetic dental materials. *Eur J Prosthodont Restor Dent.* 19: 168-74.
- 2) Alves L., Pilla V., Murgu D., Munin E. (2010): Core-shell quantum dots tailor the fluorescence of dental resin composites. *J Dent.* 38: 149-52.
- 3) An J., Son H., Qadeer S., Ju S., Ahn J. (2013): The influence of a continuous increase in thickness of opaque shade composite resin on masking ability and translucency. *Acta Odontol Scand.* 71: 120-9.
- 4) Arimoto A., Nakajima M., Hosaka K., Nishimura K., Ikeda M., Foston RM., Tagami J. (2010): Translucency, opalescence and light transmission characteristics of light-cured resin composites. *Dent Mater.* 26: 1090-7.
- 5) De Moraes R., Goncalves L., Lancellotti A., Consani S., Correr-Sobrinho L., Sinhoreti M. (2009): Nanohybrid resin composites: nano filler loaded materials or traditional microhybrid resins?. *Oper Dent.* 34: 551-7.
- 6) Dietschi D., Ardu S., Krejci I. (2006): A new shading concept based on natural tooth color applied to direct composite restorations. *Quintessence Int.* 37: 91-102.
- 7) Emami N., Sjoderholm K. (2005): How filler properties, filler fraction, sample thickness and light source affect light attenuation in particulate filled resin composites. *Dent Mater.* 21:721-30.
- 8) Friebel M., Pernell O., Cappius H., Helfmann J., Meinke M. (2012): Simulation of color perception of layered dental composites using optical properties to evaluate the benefit of esthetic layer preparation technique. *Dent Mater.* 28: 424-32.
- 9) Gómez M., Campos A. (2002): *Histología y embriología bucodental. Segunda edición. Editorial médica panamericana.* Pp 237-315.
- 10) Hasegawa A., Ikeda I., Kawaguchi S. (2000): Color and translucency of in vivo natural incisors. *J Prosthet Dent.* 83: 418-23.
- 11) Horie K., Nakajima M., Hosaka K., Kainose K., Tanaka A., Foxton RM., Tagami J. (2012): Influences of composite-composite join on light transmission characteristics of layered resin composites. *Dent Mater.* 28: 204-11.
- 12) Ikeda T., Murata I., Sano H. (2004): Translucency of opaque-shade resin composites. *Am J Dent.* 17:127-30.
- 13) Ikeda T., Sidhu SK., Omata Y., Fujita M., Sano H. (2005): Colour and translucency of opaque-shades and body-shades of resin composites. *Eur J Oral Sci.* 113: 170-173.
- 14) Ishikawa-Nagai S., Yoshida A., Da Silva J., Miller L. (2010): Spectrophotometric analysis of tooth color reproduction on anterior all ceramic crowns part 1: analysis and interpretation of tooth color. *J Esthet Restor Dent.* 22: 42-52.
- 15) Kaizer Mda R., Diesel P., Mallmann A., Jacques L. (2012): Ageing of silorane based and methacrylate-based composite resins: effects on translucency. *J Dent.* 40: 64-71.

- 16) Kamishima N., Ikeda T., Sano H. (2005): Color and translucency of resin composites for layering techniques. *Dent Mater J.* 24: 428-32.
- 17) Kamishima N., Ikeda T., Sano H. (2006): Effect of enamel shades on color of layered resin composites. *Dent Mater J.* 25: 26-31.
- 18) Kim D., Park S. (2013): Evaluation of resin composite translucency by two different methods. *Oper Dent.* 38: E1-E15.
- 19) Kim J., Lee Y., Powers J. (2006): Influence of a series of organic and chemical substances on the translucency of resin composites. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.* 77: 21-7.
- 20) Kim S., Son H., Cho B., Lee I., Um C. (2009): Translucency and masking ability of various opaque-shade composite resins. *J Dent.* 37: 102-7.
- 21) Lee S., Lee Y., Lim B. (2004): Influence of thermocycling on the optical properties of laboratory resin composites and all-ceramic material. *J mater Sci Mater Med.* 15: 1221-6.
- 22) Lee Y. (2005): Comparison of CIELAB Delta E(*) and CIEDE2000 color-differences after polymerization and thermocycling of resin composites. *Dent Mater.* 21: 678-82.
- 23) Lee Y. (2007): Influence of scattering absorption characteristics on the color of resin composites. *Dent Mater.* 23: 124-31.
- 24) Lee Y. (2008): Influence of filler on the difference between the transmitted and reflected colors of experimental resin composites. *Dent Mater.* 24: 1243-7.
- 25) Lee Y., Lim B., Rhee S., Yang H., Powers J. (2004): Changes of optical properties of dental nanofilled resin composites after curing and thermocycling. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.* 71: 16-21.
- 26) Lee Y., Lim BS., Kim CW. (2005): Difference in the colour and colour change of dental resin composites by the background. *J Oral Rehabil.* 32: 227-33.
- 27) Lee Y., Lu H., Powers J. (2005): Fluorescence Of layered resin composites. *J Esthet Restor Dent.* 17: 93-100.
- 28) Lee Y., Lu H., Powers J. (2006): Change in opalescence and fluorescence properties of resin composites after accelerated ageing. *Dent mater.* 22: 653-60.
- 29) Lee Y., Lu H., Powers JM. (2005): Effect of surface sealant and staining on the fluorescence of resin composites. *J Prosthet Dent.* 93: 260-6.
- 30) Lee Y., Lu H., Powers JM. (2005): Measurement of opalescence of resin composites. *Dent Mater.* 21: 1068-74.
- 31) Lee Y., Lu H., Powers JM. (2006): Influence of fluorescent and opalescent properties of resin composites on the masking effect. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.* 76: 26-32.
- 32) Lee Y., Powers JM. (2005): Metameric effect between resin composite and dentin. *Dent Mater.* 21: 971-6.
- 33) Lefever D., Mayoral J., Mercade M., Basilio J., Roig M. (2010): Optical integration and fluorescence a comparison among restorative materials with spectrophotometric analysis. *Quintessence Int.* 41: 837-44.

- 34) Leprince J., Palin W., Muller T., Devaux J., Vreven J., Leloup G. (2010): Investigating filler morphology and mechanical properties of low-shrinkage resin composite types. *J Oral Rehabil.* 37: 364-76.
- 35) Li Q., Xu B., Li R., Wang Y. (2010): Spectrophotometric comparison of translucent composites and natural enamel. *J Dent.* 38: 117-22.
- 36) Lim YK., Lee YK. (2007): Fluorescent emission of varied shades of resin composites. *Dent Mater* 23: 1262-1268.
- 37) Macchi R. (2007): Libro Materiales dentales. Cuarta edición. Editorial Panamericana. Pp 157-170.
- 38) Meller C., Klein C. (2012): Fluorescence properties of commercial composite resin restorative materials in dentistry. *Dent Mater J.* 31: 916-23.
- 39) Mondelli R., Apayco L., Trentino A., Wang L., Ishikiriyama S. (2012): Challenges of restoring an anterior maxillary tooth the impact of fluorescence and the mock up. *Quintessence Int.* 43: 859-62.
- 40) Naeimi Akbar H., Moharamzadeh K., Wood D., Van Noort R. (2012): Relationship between color and translucency of multishaded dental composite resins. *Int J Dent.*
- 41) Nakajima M., Arimoto A., Prasarsuttiporn T., Thanatvarakorn O., Foxton R., Tagami J. (2012): Light transmission characteristics of dentine and resin composites with different thickness. 40: 77-82.
- 42) Ostervemb N., Jorgensen JN., Horsted-Bindsley P. (2011): A new approach to compare the esthetic properties of different composite materials. *J Esthet Restor Dent* 23: 238-249.
- 43) Parvina R., Kimura M., Powers J. (2005): Evaluation of polymerization dependant changes in color and translucency of resin composites using two formulae. *Odontology.* 93: 46-51.
- 44) Perez M., Ghinea R., Ugarte Alvan L., Pulgar R., Parvina R. (2010): Color and translucency in silorane-based resin composites compared to universal and nanofilled composites. *J Dent.* 38: 110-6.
- 45) Perez M., Saleh A., Yebra A., Pulgar R. (2007): Study of the variation between CIELAB delta E* and CIEDE2000 color-differences of resin composites. *Dent Mater J.* 26: 21-8.
- 46) Rastelli A., Jacomassi D., Faloni A., Queiroz T., Rojas S., Bernardi M., Bagnato V., Hernandez A. (2012): The filler content of the dental composites resins and their influence on different properties. *Microsc Res Tech.* 75: 758-65.
- 47) Ruyter I., Nilner K., Moller B. (1987): Color stability of dental composite resin materials for crown and bridge veneers. *Dent Mater.* 3: 246-251.
- 48) Ryan EA., Tam LE., McComb D. (2010): Comparative Translucency of esthetic composite resin restorative materials. *J Can Dent Assoc* 76:a84.
- 49) SantAnna Aguiar Dos Reis R., Casemiro LA., Carlino GV., Lins EC., Kurachi C., Bagnato VS., Pires-De-Souza Fde C., Panzeri H. (2007): Evaluation of fluorescence of dental composites using contrast ratios to adjacent tooth structure: a pilot study. *J Esthet Restor Dent.* 19: 199-206.

- 50) Schmeling M., De Andrada M., Maia H., De Araújo E. (2012): Translucency of value resin composites used to replace enamel in stratified composite restoration techniques. *J Esthet Restor Dent.* 24: 53-8.
- 51) Schmeling M., Meyer-Filho A., de Andrada MA., Baratieri LN. (2010): Chromatic influence of value resin composites. *Oper Dent.* 35: 44-49.
- 52) Sidhu S., Ikeda T., Omata Y., Fujita M., Sano H. (2006): Change of color and translucency by light curing in resin composites. *Oper Dent*31: 598-603.
- 53) Steenbecker O., Garone W., Da Souza Costa C., Uribe J., Nuñez N., Priotto E. (2006): Principios y bases de los biomateriales en operatoria dental estética adhesiva. Primera Edición. Editorial Universidad de Valparaíso. pp 228-297.
- 54) Takahashi MK., Vieira S., Rached RN., de Almeida JB., Aguiar M, de Souza EM. (2008): Fluorescence intensity of resin composites and dental tissues before and after accelerated aging: a comparative study. *Oper Dent.* 33: 189-195.
- 55) Villarroel M., Fahl N., De Sousa AM., De Oliveira OB Jr. (2011): Direct Esthetic restoration based on translucency and opacity of composite resin. *J Esthet Restor Dent* 23: 73-88.
- 56) Woo ST., Yu B., Ahn J., Lee Y. (2008): Comparison of translucency between indirect and direct resin composites. *J Dent.* 36: 637-42.
- 57) Yu B., Ahn J., Lim J., Lee Y. (2009): Influence of TiO₂ nanoparticles on the optical properties of resin composites. *Dent Mater.* 25: 1142-7.
- 58) Yu B., Lee Y. (2008): Translucency of varied brand and shade of resin composites. *Am J Dent.* 21: 229-32.
- 59) Yu B., Lee YK. (2008): Differences in color, translucency and fluorescence between flowable and universal resin composites. *J Dent.* 36: 840-846.
- 60) Yu B., Lee YK. (2008): Influence of color parameters of resin composites on their translucency. *Dent Mater.* 24: 1236-42.
- 61) Yu B., Lim HN., Lee YK. (2010): Influence of nano and micro filler proportions on the optical property stability of experimental dental resin composites. *Materials and Design* 31: 4719-4724.
- 62) Zimmerli B., Strub M., Jeger F., Stadler O., Lussi A. (2010): Composite materials: composition, properties and clinical applications. A literature review. *Schweiz Monatsschr Zahnmed.* 120: 972-86.