



**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
**FACULTAD DE ODONTOLÓGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE ODONTOLÓGÍA RESTAURADORA**

**ENMASCARAMIENTO DE SUSTRATOS OSCURECIDOS MEDIANTE RESINAS  
COMPUESTAS: ESTUDIO COMPARATIVO DE DOS SISTEMAS DE  
ESTRATIFICACIÓN**

**Bárbara Andrea Cárdenas Vásquez**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN  
REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE  
CIRUJANO-DENTISTA**

**TUTOR PRINCIPAL**  
**Prof. Dr. Pablo Angel**

**TUTORES ASOCIADOS**  
**Prof. Dr. Javier Martín Casielles**

**Adscrito a Proyecto FONDOR 2022/01**

**Santiago – Chile**

**2023**





**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGÍA RESTAURADORA**

**ENMASCARAMIENTO DE SUSTRATOS OSCURECIDOS MEDIANTE RESINAS  
COMPUESTAS: ESTUDIO COMPARATIVO DE DOS SISTEMAS DE  
ESTRATIFICACIÓN**

**Bárbara Andrea Cárdenas Vásquez**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN  
REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE  
CIRUJANO-DENTISTA**

**TUTOR PRINCIPAL**  
**Prof. Dr. Pablo Angel**

**TUTORES ASOCIADOS**  
**Prof. Dr. Javier Martín Casielles**

**Adscrito a Proyecto FONDOR 2022/01**

**Santiago – Chile**

**2023**

## DEDICATORIA

*Dedico con profundo agradecimiento este trabajo a aquellos que han sido mi constante fuente de inspiración y apoyo a lo largo de mi trayectoria académica.*

*En primer lugar, mi eterno agradecimiento a mi amada mamá, Claudia, y a mi hermano, Oscar, por su presencia constante a mi lado, su esfuerzo y amor incondicional. A mis abuelos, Celsa y Francisco, les agradezco por su apoyo constante y por entregarme su innato don artístico, así como enseñarme a tener un corazón de artista. A mi tío Francisco, por enseñarme la importancia de dedicarse con esmero a cada tarea. A mi tío Juan Pablo, por su constante presencia cuando más lo necesitaba. A mi tía Chila, por su fe inquebrantable y sus buenos deseos.*

*Mi más sincero agradecimiento a mi pololo, cuyo amor y apoyo inquebrantable, dedicación y aliento me han impulsado a no rendirme, así como por compartir inolvidables viajes que atesoro en mi corazón.*

*A mis amigos de la vida, Paula, Montserrat y Felipe, por siempre estar ahí. Ustedes son pilares invaluable en mi vida. A mis amigas de la universidad a quienes agradezco de haber conocido. Siempre dando el toque de alegría en este proceso. A Eduardo Zurita, que nos recuerda lo hermoso de esta carrera. A Diego, Oscar y Paulette, agradezco por los momentos compartidos, tanto los buenos como los desafiantes, en nuestra experiencia clínica.*

*Al Dr. Emilio Díaz por guiarme en encontrar mi vocación, por creer en mis habilidades y por ser un docente excepcional.*

*A mis adoradas mascotas, Junior, Cleo, Mía y Bock, quienes siempre han estado ahí, brindando amor incondicional y felicidad.*

*Finalmente, un agradecimiento especial a ti, papá. Siempre estuviste a mi lado, tal como me lo prometiste, y este logro es en tu honor. Nunca te olvidaré.*

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco enormemente a mis tutores de tesis, el Prof. Dr. Pablo Angel y al Prof. Dr. Javier Martín por toda su dedicación y esfuerzo entregado en este proceso.

## ÍNDICE:

1. Resumen	
2. Introducción.....	1
3. Marco teórico.....	3
3.1. Alteraciones de color dental.....	3
3.2. Color.....	4
3.3. Espacio y Diferencia de color.....	5
3.4. Perceptibilidad y aceptabilidad.....	7
3.5. Color dental.....	9
3.6. Métodos para medir el color dental.....	10
3.7. Alternativas de tratamiento para alteraciones en el color dental.....	12
3.8. Resinas compuestas.....	13
3.8.1. Propiedades ópticas.....	13
3.8.2. Estratificación de resinas compuestas.....	14
3.8.3. Factores que influyen en el enmascaramiento.....	15
3.8.3.1. Espesor y opacidad de las resinas compuestas....	15
3.8.3.2. Composición de las resinas compuestas.....	16
3.8.4. Sistemas de resinas de nanopartículas.....	20
4. Hipótesis.....	22
5. Objetivo general.....	22
6. Objetivos específicos.....	22
7. Materiales y métodos.....	23
8. Resultados .....	30
9. Discusión.....	39
10. Estudios futuros.....	44
11. Limitaciones.....	45
12. Conclusiones .....	46
13. Referencias bibliográficas .....	47

## 1. RESUMEN

**Introducción:** Las alteraciones de color dental en el sector anterior comprenden situaciones complejas que pueden ser tratadas de forma mínimamente invasiva mediante el uso de resinas compuestas. Estos materiales pueden imitar las características ópticas de un diente natural, al utilizar técnicas de estratificación. Sin embargo, el éxito en el enmascaramiento puede variar dependiendo del sistema de resina compuesta utilizado y de la técnica de estratificación seleccionada. El presente estudio evaluó y comparó dos sistemas de resinas compuestas en diferentes combinaciones de estratificación para enmascarar un sustrato severamente oscurecido.

**Materiales y métodos:** Se fabricaron 70 muestras en forma de disco de 1,5 mm de espesor de los sistemas de resina Filtek Z350 XT y ENA HRi. Estas correspondieron a todas las combinaciones posibles de opacidades de cada sistema (simple, doble y triple estratificación). Se realizó la medición de color a las 24 horas usando espectrofotómetro de irradiancia (Vita Easyshade) contra un fondo severamente oscurecido (fondo DD) y contra un fondo de la resina más opaca de cada sistema (color inherente). La diferencia de color entre ambas mediciones de color se calculó mediante la fórmula CIEDE2000. Se utilizaron las pruebas estadísticas T de Student, ANOVA y post-hoc de Tukey HSD. Se consideraron estadísticamente significativos valores  $p < 0,05$ .

**Resultados:** Ambos sistemas de resinas compuestas obtuvieron un enmascaramiento inaceptable ( $\Delta E_{00} > 1,8$ ) en todas sus posibles combinaciones.

**Conclusión:** No es posible enmascarar un fondo severamente oscurecido con las resinas compuestas usadas en el presente estudio. No existen diferencias entre los sistemas de resinas Filtek Z350 y ENA HRi al momento de enmascarar un sustrato oscurecido. El uso de doble y triple estratificación de resinas compuestas es mejor para enmascarar un fondo oscurecido.

## 2. INTRODUCCIÓN

La apariencia y color de los dientes es una preocupación común en los pacientes y está asociada a un mayor deseo de tratamientos que mejoren la estética dental. En este sentido, la alteración de color de una o más piezas dentarias puede significar una situación compleja para el odontólogo, ya que requiere de un análisis correcto del sustrato dental para desarrollar la mejor estrategia de tratamiento para un resultado estético exitoso (Joiner y Luo, 2017).

Dependiendo de la etiología y severidad, existen distintos tratamientos disponibles para estas alteraciones de color en el sector anterior. Dentro de estos tratamientos se encuentran el clareamiento dental, las restauraciones directas como las resinas compuestas, y las restauraciones de tipo indirectas como las cerámicas (Barber y King, 2014).

Frente a la problemática de un sustrato oscurecido, las resinas compuestas actuales son materiales que pueden devolver la armonía de forma excepcional con una técnica conservadora, versátil, previsible y económica (Yanikian y cols., 2019). Hoy en día existe una variedad de sistemas de resinas compuestas, que han mejorado de forma importante sus propiedades estéticas, ofreciendo una diversidad de opacidades y modalidades de uso, permitiendo realizar restauraciones altamente estéticas (Araujo y Perdigão, 2021).

Es así como diversos estudios han respaldado el uso de resinas compuestas para enmascarar sustratos dentales leve a severamente oscurecidos. Se ha planteado que un correcto uso de tonos, opacidades y espesores de resina compuesta son capaces de evitar la transmisión del color oscurecido subyacente y conseguir enmascarar con un aspecto natural (Perez y cols., 2023).



A pesar de que el enmascaramiento es posible, la aplicación de una sola opacidad de resina puede entregar un aspecto poco natural y como consecuencia un resultado carente de estética. Esta situación puede ser evitada al usar una técnica de estratificación de resina compuesta, con el uso de diferentes opacidades y grosores que logren un efecto armonioso y natural de la restauración final (Perez y cols., 2023). Una correcta técnica de estratificación permitiría minimizar las discrepancias de color y promover cambios compensatorios en la restauración final, pudiendo enmascarar el sustrato dental con alteración de color (Miotti y cols., 2017).

Aun así, existen algunas limitaciones en la estratificación de resinas compuestas para enmascarar un sustrato oscurecido. Por un lado, es necesario un grosor mínimo de masa de resina, para que ésta exprese su color inherente, y por otro lado este grosor debe ser capaz de ocultar el sustrato de fondo. Por esta razón, para enmascarar un sustrato mediante el uso de estratificación de resina compuesta, es necesario preparar previamente el diente de manera que genere el espacio suficiente para el espesor de cada capa (Bazos y Magne, 2014; Perez y cols., 2023).

Últimamente diversas investigaciones se han orientado a indagar qué estrategia de estratificación es la más adecuada y qué sistemas de resina compuesta serían capaces de lograr el enmascaramiento (Miotti y cols., 2017; Perez y cols., 2022; Yanikian y cols., 2019).

A pesar de esto, no está claro si el uso de estratificación de resinas compuestas es capaz de enmascarar un sustrato severamente oscurecido, los estudios son escasos y algunos con resultados disímiles. Aún queda por definir qué sistemas de resinas y combinaciones de tonos y espesores serían capaces de lograr este objetivo.

Por consiguiente, el propósito del presente estudio es comparar dos sistemas de resinas compuestas contemporáneas y evaluar la capacidad de cada estrategia de estratificación utilizada para enmascarar un fondo severamente oscurecido.

### **3. MARCO TEÓRICO**

#### **3.1. ALTERACIONES DE COLOR DENTAL**

Las alteraciones del color dental son uno de los factores más importante en relación con la insatisfacción estética de los pacientes, asociados a un mayor deseo y búsqueda de tratamientos que logren solucionar este problema (Tin-Oo y cols., 2011). La etiología de las alteraciones de color dental no está totalmente esclarecida y son entendidas como el cambio de color de uno o más dientes con respecto a la normalidad, debido a la influencia de factores intrínsecos y/o extrínsecos (Kuzenko y cols., 2022). Los factores intrínsecos, pueden ser congénitos o adquiridos. Dentro de estos últimos existen preeruptivos, como uso de tetraciclinas, y posteruptivos como los traumatismos dentoalveolares, extravasaciones sanguíneas o procedimientos endodónticos. Por otra parte, los factores extrínsecos, son pigmentos que se adhieren a la superficie del diente (Hattab y cols., 1999).

Las alteraciones de color dental no solo representan un desafío estético, si no que plantean una complejidad diagnóstica que es esencial antes de evaluar las diferentes alternativas de tratamiento disponibles (Watts y Addy, 2001; Kansal y cols., 2020). Por lo tanto, para determinar el grado de alteración del color en un diente, es necesario que el odontólogo comprenda las bases del color aplicadas en la odontología y los métodos disponibles para medir dichas alteraciones (Vanini y Mangani, 2001). Según Bazos y Magne, una comprensión profunda de la interacción dinámica de la luz y la dentición natural proporciona la máxima ventaja estratégica con respecto a la integración óptica del tratamiento a realizar y la comunicación del color dental (Bazos y Magne, 2014).

### **3.2. COLOR**

El color es una sensación psicofísica que ocurre cuando la luz reflejada de un objeto es percibida por células receptoras de luz en la retina ocular y luego es traducida a nivel cerebral (Paravina y Powers, 2004). En el proceso básico, si la luz interactúa con un material, este absorberá una parte y el resto de la luz puede ser reflejada o transmitida principalmente, dando como resultado fenómenos ópticos como el color, translucidez y opacidad, entre otros (Bazos y Magne, 2014).

La comprensión del color comenzó a principios del siglo XX, donde existía una falta de norma del color y una pobreza en el lenguaje cromático. Frente a la necesidad de establecer un método objetivo para clasificar el color, en 1905 el artista y profesor Albert Munsell, propone el primer sistema de triada de color, llamado el Sistema de Color de Munsell, en que el color tendría tres dimensiones: HUE (Tono), Value (Valor) y Chroma (Saturación), que pueden ser ubicados en un punto definido en un espacio tridimensional (Munsell, 1905).

#### **Tono (Hue)**

Es el color propiamente tal, es la cualidad por la cual distinguimos un color de otro. La ciencia atribuye esta cualidad a la longitud de ondas que inciden en la retina, por lo tanto, lo que un objeto refleja, diferenciando, por ejemplo, un color verde a rojo (Munsell, 1905; Bazos y Magne, 2014).

#### **Valor (Value)**

Es el grado de luminosidad de un color, cualidad por la cual distinguimos un color claro de uno oscuro. Es considerado una dimensión “sin color” donde los extremos son el blanco y el negro (Munsell, 1905; Bazos y Magne, 2014).

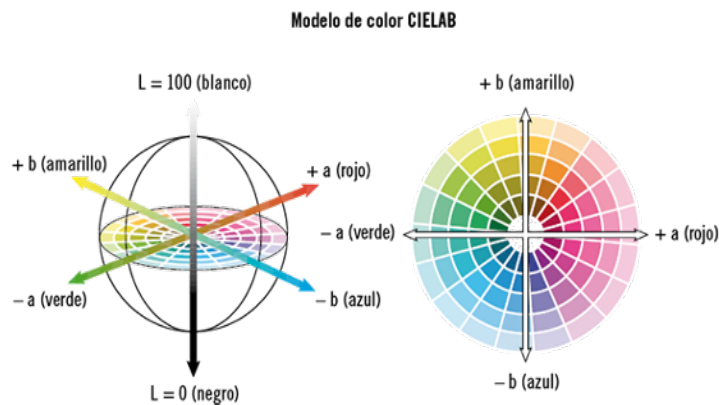
#### **Saturación (Chroma)**

Se define como la intensidad del color o cantidad de pigmentos. Cualidad por la cual distinguimos un color fuerte de uno débil. La ciencia describe esta cualidad como la mayor o menor presencia de longitudes de onda (Munsell, 1905; Bazos y Magne, 2014).

### 3.3. ESPACIOS DE COLOR Y DIFERENCIA DE COLOR

La Comisión Internacional de la Iluminación (CIE), responsable de desarrollar normas, principios y estándares de iluminación, ha definido los espacios de color, que son usados actualmente para el estudio del color dental. En 1931, desarrolló el sistema CIE estándar, un sistema para especificar los estímulos cromáticos basándose en valores triestímulos (X, Y y Z) de tres colores primarios, es decir, rojo, verde y azul. Mas tarde, en 1976, la CIE crea el espacio de color CIE  $L^*a^*b^*$ , que permite especificar los estímulos de color en un espacio tridimensional, donde se encuentran todos los colores visibles para el ojo humano (Baltzer y Kaufmann-Jinoian, 2004).

El espacio CIE  $L^*a^*b^*$  utiliza tres coordenadas; la coordenada  $L^*$  es una medida de la luminosidad de un objeto y se cuantifica en una escala donde negro tiene un valor  $L^*$  de 0 y el blanco tiene un valor  $L^*$  de 100. La coordenada  $a^*$  representa la tonalidad de rojo ( $a^*$  positivo) a verde ( $a^*$  negativo). Y, por último, la coordenada de  $b^*$  representa la tonalidad de amarillo ( $b^*$  positivo) a azul ( $b^*$  negativo) (Figura 1).



**Figura 1:** Espacio de color CIELAB

La importancia de los sistemas de color es que proporcionan una forma de comunicarlo eficazmente, organizando gráficamente todas sus percepciones posibles y anotando las relaciones de ellos de forma cuantitativa (Cochrane, 2014).

Así, es posible determinar la diferencia entre 2 colores a través de la distancia euclidiana entre sus coordenadas en el espacio de colores. Esta diferencia entre colores se visualiza como la distancia entre las posiciones de ambos colores en el espacio cromático y se denomina  $\Delta E$ . Esta relación está diseñada para dar una representación cuantitativa de la diferencia de color. El signo " $\Delta$ " representa la diferencia y "E" es la abreviatura de "percepción" (del alemán "Empfindung") y su cálculo matemático está basado en la fórmula del teorema de Pitágoras (Sharma y cols., 2005).

Para determinar la diferencia de color se ha usado ampliamente la fórmula de diferencia de color de CIELab:

$$\Delta E_{ab} = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$$

Donde  $\Delta L$  corresponde a la diferencia de luminosidad,  $\Delta a$  corresponde a la diferencia en la coordenada de rojo y verde, y  $\Delta b$  corresponde a la diferencia en la coordenada de amarillo y azul, entre los colores a medir.

Esta fórmula indica la magnitud absoluta de la distancia cromática entre los colores medidos, pero su desventaja es que no expresa la dirección en que se orienta la desviación de color de la muestra (Perez y cols., 2011). Se ha visto que las fórmulas para convertir los valores colorimétricos en coordenadas de CIELab no captan adecuadamente las diferencias en la discriminación visual humana para los colores que se aproximan a los dientes (Lindsey y Wee, 2007; INTERNATIONAL COMMISSION ON ILLUMINATION, 2004). Varias aplicaciones de esta fórmula, que asumieron que CIELAB era un espacio uniforme, han mencionado que existe la necesidad de utilizar factores de ponderación para predecir las diferencias de color (Xu y cols., 2001).

Por esta razón se ha propuesto una nueva fórmula de diferencia de color basada en el espacio CIELab: CIEDE2000, que corrige la falta de uniformidad del espacio de color CIELab, mejorando la correlación con las diferencias de color visuales, mediante la implementación de varias correcciones de la fórmula de diferencia de color (Luo y cols., 2001).

$$\Delta E_{00} = \left[ \left( \frac{\Delta L'}{k_L S_L} \right)^2 + \left( \frac{\Delta C'}{k_C S_C} \right)^2 + \left( \frac{\Delta H'}{k_H S_H} \right)^2 + R_T \left( \frac{\Delta C'}{k_C S_C} \right) \left( \frac{\Delta H'}{k_H S_H} \right) \right]^{1/2}$$

Donde  $\Delta L$ ,  $\Delta C$  y  $\Delta H$  son las diferencias en luminosidad, croma y tono, respectivamente, para un par de puntos. Las funciones de ponderación ( $S_L$ ,  $S_C$  y  $S_H$ ) ajustan la diferencia de color total para la variación en la ubicación del par de diferencias de color en las coordenadas  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ . Los factores paramétricos ( $k_L$ ,  $k_C$  y  $k_H$ ) corresponden a términos de corrección para condiciones experimentales. Finalmente, la función de rotación ( $R_T$ ) explica la interacción entre el croma y las diferencias de tono en la región azul (ISO/CIE 11664-6:2014, 2014; Ghinea y cols., 2010)

Estudios recientes han informado que la nueva fórmula de diferencia de color  $\Delta E_{00}$ , proporciona un mejor ajuste que  $\Delta E_{ab}$ , en la evaluación de las tolerancias visuales, coincidiendo mejor con las respuestas de los observadores, por lo que se sugiere que usar la fórmula  $\Delta E_{00}$  para la evaluación de la diferencia de color de los sustratos dentales (Luo y cols., 2001; Ghinea y cols., 2010; Bahannan, 2014; Paravina y cols., 2015; Miotti y cols., 2017).

### 3.4. PERCEPTIBILIDAD Y ACEPTABILIDAD

El umbral visual es el parámetro de mayor de importancia en el control de calidad en odontología, por ende, la diferencia de color cobra especial importancia cuando hablamos de la diferencia de color perceptible al ojo humano.

Dentro del rango de colores dentales, los valores  $\Delta E_{00}$  pueden ser muy mínimos, resultando imperceptibles para el ojo humano. Por lo tanto, la diferencia de color debe incluir dos parámetros; lo perceptible y lo que es aceptable por los observadores (Baltzer y Kaufmann-Jinoian, 2004; Lee, 2008).

El umbral de perceptibilidad (PT) del 50:50% se refiere a una situación en la que el 50% de los observadores nota una diferencia de color entre dos objetos mientras que el otro 50% no nota ninguna diferencia (Paravina y cols., 2019).

Por otro lado, la diferencia de color, que es aceptable para el 50% de los observadores, corresponde a un umbral de aceptabilidad (AT) del 50:50%. En otras palabras, el 50% de los observadores consideraría que la restauración dental requiere corrección de color mientras que el otro 50% consideraría aceptable la diferencia de color (Paravina y cols., 2019).

La diferencia entre esos dos umbrales indica qué tan lejos de la diferencia perceptible podemos llegar y así tener una coincidencia de color aceptable, por lo tanto, satisfacer las expectativas del paciente. Con este fin, se han establecido intervalos para la interpretación de las diferencias de color entre los dientes, existiendo coincidencias excelentes, aceptables e inaceptables (Paravina y cols., 2015; Paravina y cols., 2019) (Tabla 1).

**Tabla 1:** Intervalos e interpretación de diferencias de color para  $\Delta E_{00}$ .

Intervalos	Interpretación	$\Delta E_{00}$
$\leq PT$	Excelente	$\leq 0.8$
$>PT, \leq AT$	Aceptable	$> 0.8, \leq 1.8$
$>AT, \leq AT \times 2$	Moderadamente Inaceptable (MI)	$> 1.8, \leq 3.6$
$>AT \times 2, \leq AT \times 3$	Claramente Inaceptable (CI)	$> 3.6, \leq 5.4$
$>AT \times 3$	Extremadamente Inaceptable (EI)	$> 5.4$

### 3.5. COLOR DENTAL

El color perceptible de un diente surge de la interacción compleja de la luz con la composición heterogénea y distribución asimétrica de los componentes orgánicos e inorgánicos de la dentina y el esmalte. Este proceso implica fenómenos físicos como reflexión, refracción, transmisión difusa a través de las estructuras y absorción, los cuales contribuyen al resultado final del color dental (Bazos y Magne, 2014).

El color del diente está asociado a su disposición histológica particular. En la cara vestibular, especialmente en el tercio cervical, el color está influenciado principalmente por la dentina que, debido a su alto contenido orgánico, resulta en tonos que varían desde amarillo hasta amarillo-rojo. La apariencia más saturada en el tercio cervical se atribuye a la proximidad estrecha de la dentina por debajo del esmalte (Vanini, 1996). A nivel del tercio medio, la combinación de esmalte y dentina contribuye al color mientras que, a nivel incisal, el esmalte compuesto por cristales de hidroxiapatita refleja las ondas en un rango de tonos azules (Joiner, 2004; Kim et al., 2009; Miotti et al., 2017). Esta variabilidad estructural resulta en un diente natural compuesto por varios tonos, con una transición gradual de color desde el margen gingival hasta el borde incisal.

Similar al espacio de color de Munsell, el diente exhibe tres dimensiones cromáticas distribuidas a lo largo de su estructura interna (Terry, 2003). El tono, principalmente determinado por la dentina, varía a lo largo del diente. La saturación es más pronunciada en la parte cervical y menos en la incisal, mientras que la luminosidad alcanza su punto máximo en el tercio medio, donde los grosores de esmalte y dentina están en equilibrio (Bazos y Magne, 2014).



### **3.6. MÉTODOS PARA MEDIR EL COLOR DENTAL**

La medición del color en odontología se puede realizar utilizando métodos visuales o subjetivos, como el uso de una guía de colores, y utilizando métodos instrumentales u objetivos, como el uso de espectrofotómetros o colorímetros (Yoon y cols., 2018).

#### **MÉTODO SUBJETIVO: GUÍAS DE COLOR**

Un método subjetivo para selección de color es la selección visual, para la cual existen las guías de color dentales. Estas guías son un conjunto de muestras físicas del color de los dientes que sirven para evaluar el color de dientes y restauraciones.

Una de las guías de color ampliamente usada es el muestrario Vitapan Classical (Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Alemania), muchos sistemas de resina compuesta se basan en él, como guía para ayudar en este proceso (Paravina y cols., 2007). Una resina compuesta etiquetada con un color específico de este muestrario debiera ser de un color exactamente igual. Sin embargo, se ha demostrado que las resinas compuestas disponibles en el mercado no siempre representan el mismo color de la tableta del referido muestrario (Browning y cols., 2009).

Estudios han demostrado que este sistema no permite superponer el color del esmalte sobre el color de la dentina para simular una situación clínica más real o predecir el grosor de resina compuesta que se utilizará clínicamente (Swift y cols., 1994; Paolone y cols., 2014).

Una selección incorrecta del color puede suponer un fracaso en el resultado estético de la restauración final, por lo que la mayoría de los autores proponen la fabricación de guías de color propias (Terry, 2003) o bien métodos objetivos, como pueden ser el uso de espectrofotómetros, en los que la determinación del color será más segura (Chu y cols., 2010; Bersezio y cols., 2014).

## **MÉTODOS OBJETIVOS**

Actualmente los dispositivos para la medición de color son un complemento para el análisis visual. Entre estos métodos destacan los colorímetros, cámaras digitales y espectrofotómetros.

Los colorímetros están diseñados para la medición directa del color y registran sus valores en las coordenadas tridimensionales del sistema CIE 1931 sin registrar la reflectancia espectral, por lo que pueden ser poco precisos (Baltzer y Kaufmann-Jinoian, 2004). Las cámaras digitales han evolucionado siendo un método fiable para la medición, analizando el color mediante software. Éstas tienen la desventaja de que el modo de captura y las condiciones de iluminación pueden influir en el registro del color (Guan y cols., 2005; Takatsui y cols., 2012).

Por otro lado, el espectrofotómetro es un aparato de medición objetivo de color, que emite una luz que es capaz de medir la calidad y la cantidad de luz reflejada por un objeto y registrar el color en las coordenadas tridimensionales del sistema CIELab (Chu y cols., 2010).

Existen diversos tipos de espectrofotómetros que pueden presentar formas y tamaños diferentes, además de presentar diferentes funciones, dentro de estos, el espectrofotómetro Vita Easyshade (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Alemania) que fue lanzado al mercado en el año 2002, se ha convertido en el espectrofotómetro estándar para la medición objetiva de color de los dientes en estudios clínicos (Olms y Setz, 2013). Un estudio comparó diversos espectrofotómetros y demostró una precisión de VITA Easyshade, significativamente mejor que la de todos los demás dispositivos (Kim-Pusateri y cols., 2009).

El uso de espectrofotómetros se considera uno de los métodos de medición de color más precisos, exactos y confiables, superando los métodos visuales y digitales (Fani y cols., 2007; Liberato y cols., 2019; Tabatabaian y cols., 2021). A pesar de esto, actualmente el análisis visual sigue siendo el método más utilizado, los dispositivos

de selección objetivo lo complementan, por lo que el uso de ambos métodos puede conducir a un resultado estético más predecible (Bersezio y cols., 2014).

### **3.7. ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO PARA LA ALTERACIÓN DE COLOR DENTAL**

Existen varios métodos para tratar sustratos dentarios con diversos grados de alteraciones de color. Dentro de éstos, el clareamiento dental es el tratamiento más conservador para este tipo de situación. Sin embargo, los resultados obtenidos varían entre los distintos individuos no siempre lográndose los óptimos (Plotino y cols., 2008).

Cuando por diversas razones no es posible la corrección de la alteración de color dental mediante la eliminación de pigmentos o clareamiento, la opción disponible es recurrir al enmascaramiento de estas (Kwon, 2011).

La capacidad de enmascaramiento se puede definir como la capacidad de ocultar el efecto de un fondo a través de una compleja interacción entre absorción y dispersión de la luz dentro de un material. Varios autores han definido este concepto como la capacidad que tiene un material para evitar que el color de un fondo subyacente se exprese como tal (Kim y cols., 2009; An y cols., 2013; Darabi y cols., 2014, Miotti y cols., 2017). La metodología más adecuada para evaluar la capacidad de enmascaramiento es utilizar las ecuaciones de diferencia de color  $\Delta E$ , asociados a los umbrales de perceptibilidad y aceptabilidad (Dos Santos y cols., 2021).

Para enmascarar alteraciones de color dental una alternativa es el uso de cerámicas dentales. Éstas poseen notables propiedades ópticas y mecánicas, siendo una muy buena opción de tratamiento ya que logran un excelente enmascaramiento de sustratos oscurecidos. No obstante, pueden presentar algunas desventajas como es el costo asociado a su fabricación (Basso y cols., 2017).

Otra opción es el uso de resinas compuestas. Éstas ofrecen grandes resultados, siendo una técnica mínimamente invasiva, más asequible y costo-efectiva que las restauraciones indirectas de tipo cerámicas (An y cols., 2013).

### **3.8. RESINAS COMPUESTAS**

Las resinas compuestas se introdujeron como material restaurador en la primera mitad del siglo XX, reemplazando a los silicatos que eran hasta ese entonces los únicos materiales existentes de restauración estética similares al color dental (Bowen, 1962). Desde entonces, han evolucionado en su composición ofreciendo sistemas más versátiles, con un excelente potencial estético, longevidad aceptable, preparaciones mínimamente invasivas, previsibles y con un costo asequible, lo que las convierte en un material destacado entre las diferentes opciones restauradoras disponibles para el tratamiento de alteraciones de color dental (Dietschi y cols., 2006; An y cols., 2013).

Una de las ventajas que ofrece el uso de resinas compuestas como tratamiento rehabilitador es la capacidad de lograr enmascarar un fondo oscurecido con una alta estética. Esto se debe a sus propiedades ópticas y alta versatilidad, al ofrecer una amplia gama de tonos y opacidades, permitiendo la combinación mediante técnicas de estratificación, lo que entrega la posibilidad de personalización del tratamiento, logrando dar características individuales a cada diente simulando la apariencia del tejido dentario natural (Yanikian y cols., 2019; An y cols., 2013; Miotti y cols., 2017).

#### **3.8.1. PROPIEDADES ÓPTICAS**

Las resinas compuestas exhiben una variada gama de propiedades ópticas, entre ellas la translucidez, opacidad, fluorescencia y opalescencia (Fahl, 2006). Según Azzopardi y cols., tanto la translucidez como la opacidad son consideradas

propiedades cruciales al momento de enmascarar un sustrato oscurecido mediante el uso de resinas compuestas, ya que están relacionadas con la cantidad y calidad del reflejo de luz que incide en la restauración (Azzopardi y cols., 2009).

La translucidez es la capacidad de las resinas compuestas para permitir el paso de la luz y así permitir que se vea la apariencia del fondo subyacente. Es considerada una propiedad importante ya que permite que la luz transmitida se disperse dentro de un objeto y cree profundidad (Yu y cols., 2009).

Por otro lado, la opacidad de las resinas compuestas es lo opuesto a la translucidez, por lo tanto, es la capacidad del material para evitar el paso de luz. Es la propiedad de las resinas compuestas a cargo de cubrir un color y evitar que este se exprese (LeSage, 2007).

### **3.8.2. ESTRATIFICACIÓN DE RESINAS COMPUESTAS**

La técnica de estratificación de resinas compuestas consiste en la aplicación secuencial de una capa de material translúcido o tono esmalte sobre un compuesto de resina opaco o tono dentina de forma anatómica, con el fin de crear una percepción de profundidad desde el interior de la restauración, lo que logra restauraciones realistas, imitando la apariencia natural de una manera relativamente simple y predecible (Dietschi, 1995; LeSage, 2007; Dietschi y Fahl, 2016).

Para lograr mayor naturalidad se pueden emplear técnicas de una sola capa, doble capa o triple capa de estratificación, según la complejidad del caso (Kamishima y cols., 2005). Diversos autores han reportado que el uso de sólo una capa gruesa de tono opaco de resina compuesta no se considera apropiada para restauraciones en el sector anterior, ya que se obtendrían resultados subóptimos en la integración

óptica de la restauración, dando un aspecto de diente plano (Dietschi y Fahl, 2016; Ardu y cols., 2019; Yanikian y cols., 2019).

Por otra parte, se ha propuesto que el uso de técnicas de estratificación de resinas compuestas puede minimizar las discrepancias de color y la pérdida de luminosidad, entregando mayor naturalidad al diente y pudiendo enmascarar un fondo subyacente oscurecido (An y cols., 2013; Schmeling y cols., 2012; Miotti et al., 2017).

A pesar de las ventajas que entregan las resinas compuestas, el uso de estos materiales y la combinación de tonos puede ser complejo, especialmente en casos desafiantes como una alteración de color dental. Por lo tanto, se deben comprender las propiedades que afectan en el éxito final de una restauración con resina compuesta (Ismail, 2021).

### **3.8.3. FACTORES QUE DETERMINAN EL ENMASCARAMIENTO**

#### **3.8.3.1. ESPESOR Y OPACIDAD DE LA RESINA COMPUESTA**

Las resinas compuestas al ser materiales relativamente translúcidos permiten que parte del color del sustrato sobre el que están apoyados se exprese en la restauración. Sin embargo, se ha visto que la translucidez disminuye exponencialmente a medida que se aumenta el espesor de resina compuesta (Kamishima y cols., 2005; Kim y cols., 2009), por lo que estos materiales tienen un espesor en el cual se expresa su color inherente, es decir su color como tal.

En relación s este último nace el concepto de “Espesor óptico infinito”, el cual es aquel espesor en que un material traslúcido no altera ni la trasmisión ni reflexión de la luz percibida, es decir, no varía de color a pesar de posteriores incrementos de su grosor, ya sea que esté sobre un fondo blanco o negro (Kamishima y cols., 2005; Bazos y Magne, 2014). Varios estudios han mencionado que el color inherente de

las resinas compuestas se expresa en un espesor entre 2 a 4 mm. Con este espesor su color se expresaría sin influencia de un fondo subyacente (Kamishima y cols., 2005; Valdivieso y cols., 2016; Yeh y cols., 1982).

Los altos espesores en los cuales las resinas compuestas alcanzan su color inherente limitan el objetivo de enmascarar un sustrato oscurecido, ya que implicaría una reducción desmesurada del tejido dentario (Baratieri y cols., 2007; Miotti y cols., 2017; Perez y cols., 2019).

Un diente anterior presenta diferentes espesores de esmalte y dentina, un incisivo central en su cara vestibular presenta un grosor de esmalte de 1,0 mm a nivel de su tercio incisal, 0,9 mm en el medio y 0,3 mm en el cervical. La dentina presenta un comportamiento inverso con 0,2 mm, 1,6 mm y 2,2 mm respectivamente (Bazos y Magne, 2014).

Por lo tanto, en la búsqueda de espesores conservadores en los cuales las resinas compuestas logren el enmascaramiento, estudios han reportado que mediante el uso de una capa de tono opaco de al menos 1,0 mm de espesor es posible enmascarar una estructura dental subyacente de tono C4 (Kim y cols., 2009; An y cols., 2013; Miotti y cols., 2017; Yanikian y cols., 2019; Perez y cols., 2022). Así mismo, Miotti, y cols., concluyeron que el uso de estratificación de resinas compuestas en espesor total de 1,5 mm logra enmascarar un fondo severamente oscurecido de forma efectiva devolviendo las características ópticas naturales al diente tratado (Miotti y cols., 2017).

### **3.8.3.2. COMPOSICIÓN DE LAS RESINAS COMPUESTAS**

Varios autores atribuyen la capacidad de enmascaramiento de las resinas compuestas a su formulación, en relación con el contenido de la matriz, al uso de pigmentos y al contenido del relleno (Johnston y Reisbick, 1997; Lim y cols., 2008; Emami y cols., 2005; Azzopardi et al., 2009; An y cols., 2013; Miotti y cols., 2017).

Las resinas compuestas están formadas principalmente por una matriz polimérica de resina orgánica, partículas de relleno inorgánico, un agente de acoplamiento, aceleradores/iniciadores de la polimerización y pigmentos (Zhou y cols., 2019).

### **MATRIZ DE RESINA**

Corresponde a la fase orgánica y está constituida por monómeros principalmente por monómeros de dimetacrilato alifáticos y/o aromáticos, generalmente Bis-GMA (Bisfenol A metacrilato de glicidil) y UDMA (dimetacrilato de uretano).

Ambos son monómeros de alto peso molecular, lo que aumenta su viscosidad y dificultad de manipulación, por lo que se les agregan otros monómeros de bajo peso molecular como el TEGDMA (triethylenglicol dimetacrilato), el Bis-EMA (Dimetacrilato de Bisfenol A Etoxilado) o el bis-MA (Dimetacrilato de Bisfenol A) para controlar su consistencia y hacerlos menos viscosos (Rodriguez y cols., 2008).

Se ha reportado que la composición de la matriz de las resinas compuestas afecta de forma significativa la translucidez. Según Azzopardi y cols., aquellos compuestos con mayor cantidad de BisGMA brindarían mayor translucidez a la resina compuesta (Azzopardi y cols., 2009).

### **SISTEMAS INICIADORES**

Los monómeros de la matriz de resina pueden ser polimerizados por acción de iniciadores de polimerización que se activan por un estímulo externo, el cual puede ser una activación química o una activación lumínica, siendo en la actualidad el último sistema el más ampliamente utilizado. (Rodriguez y cols., 2008; Wang y cols., 2021).

Los compuestos de resina fotopolimerizables presentan inevitablemente un cambio cromático después de la polimerización. Se ha observado que se vuelven más claros o translúcidos después de la irradiación con luz, el valor  $b^*$  se desplaza hacia la región azul del espacio de color, lo que resulta en una disminución percibida en el color amarillo (Seghi y cols., 1990; Çelik y cols., 2011).



## **RELLENO**

Corresponde a la fase inorgánica, compuesta por partículas de sílice, cuarzo y otros polvos de vidrio, cerámicos, entre otros, que se agregan a la matriz resinosa para mejorar la estabilidad dimensional y sus propiedades físicas y mecánicas. Su principal propósito es reforzar la resina compuesta y reducir la cantidad de material de la matriz orgánica. La adición de estas partículas reduce la contracción de polimerización, la absorción acuosa y el coeficiente de expansión térmica, proporcionando un aumento en la resistencia mecánica (Rodríguez y cols., 2008; Ilie y Hickel, 2011; Wang y cols., 2021).

La incorporación de relleno en las resinas permite mejoras en las propiedades mecánicas y ópticas, proporcionando una amplia gama de tonos, opacidades, translucidez y capacidad de pulido a la resina (Wakefield y Kofford, 2001).

Cuando la luz ilumina la resina compuesta, el relleno es el responsable de que la luz se disperse, al contactar en la superficie de sus partículas, permitiendo así que se difunda en múltiples direcciones, dando como resultado una transmisión difusa y rectilínea, que entregan mejores características ópticas a la resina (Horie y cols., 2012).

La clasificación más utilizada de las resinas compuestas se basa en el tamaño de la partícula de relleno. Los primeros sistemas de resina compuesta fueron los de “Macrorrelleno o convencionales”, que tenían partículas de relleno entre las 10 y 50 $\mu\text{m}$ , estas poseían alta susceptibilidad al desgaste y alta rugosidad superficial (Ferracane, 2011). Posteriormente se observó que el tamaño de las partículas de relleno influiría en las propiedades ópticas, donde partículas de relleno más pequeñas producirían resinas compuestas más translúcidas y, por lo tanto, más estéticas (Mitra et al., 2003; Habib y cols., 2017).

Desde entonces, existe una tendencia a la disminución del tamaño de partícula de relleno, evolucionando desde las de “microrrelleno” (0,01 y 0,1  $\mu\text{m}$ ), las “híbridos” (0,01 a 5  $\mu\text{m}$  y micropartículas de 0,04  $\mu\text{m}$ ), las “microhíbridas” (0,01 a 1  $\mu\text{m}$  y

micropartículas de 0,04  $\mu\text{m}$ ), hasta los sistemas más actuales que incluyen nanopartículas, donde las más actuales son las resinas de nanorrelleno y nanohíbridas (Ferracane, 2011; Wang y cols., 2021).

Las resinas de nanorrelleno contienen partículas de tamaño promedio de 0,01 a 0,04  $\mu\text{m}$ , las que se pueden presentar en forma libre o aglomeradas entre sí. Desde entonces la mayoría de los fabricantes han modificado la formulación de sus resinas microhíbridas, incluyendo en ellas nanopartículas, creando así las resinas nanohíbridas corresponden a la presentación actual de la mayoría de las resinas compuestas. Contienen partículas con una amplia distribución de tamaño de 0,01 a 1  $\mu\text{m}$  y de 0,2 a 1  $\mu\text{m}$ , además de que pueden tener cargas de resina prepolimerizada para aumentar la carga de su relleno (Ferracane, 2011; Randolphy cols., 2016; Wang y cols., 2021).

Debido a la reducción nanométrica del tamaño de las partículas de las resinas actuales, se puede lograr una mayor carga de relleno consiguiendo mejorar las propiedades mecánicas como la resistencia a la compresión, a la tracción y a la fractura. Por otra parte, presentan una elevada estética, ya que tienen una alta translucidez y un mejor pulido que los otros tipos de resina compuesta (Mitra y cols., 2003; Rodriguez y cols., 2008).

La mayoría de los estudios disponibles que evalúan la capacidad de enmascaramiento de las resinas compuestas comparan nanohíbridas y microhíbridas, donde han obtenido resultados contradictorios en cuanto a resultados (An y cols., 2013; Darabi y cols., 2014; Miotti y cols., 2017). Esto se puede deber a que los materiales de resina compuesta del mismo tipo de relleno tienen una formulación individual dada por los fabricantes, que les puede conferir diferentes propiedades ópticas y diferente capacidad de enmascaramiento (Kim y cols., 2009; Miotti y cols., 2017; Perez y cols., 2022).

### 3.8.4. SISTEMAS DE RESINAS DE NANOPARTÍCULAS

#### **FILTEK Z350 XT (3M-ESPE, St. Paul, MN, USA)**

Filtek Z350 XT es un sistema de resinas de nanorelleno que, si bien su fabricante la clasifica como tal, varios estudios la clasifican como nanohíbrida (Kim y cols., 2009; Miotti y cols., 2017; Perez y cols., 2019). Esto puede deberse a que es una resina que, en su composición, posee *nanoclusters*, que son un tipo de partículas creadas a través de una fusión densa de nanopartículas unidas por enlaces covalentes de un tamaño aproximado de 0,6 a 10  $\mu\text{m}$  (Mitra y cols., 2003; Liu y cols., 2021).

Este sistema ofrece tonos de dentina, body (con una opacidad intermedia entre la translucidez del esmalte y la dentina), esmalte y translúcidos, que siguen la guía de colores de Vitapan Classical, lo que ofrece la posibilidad de realizar desde una simple estratificación a una triple estratificación (3M ESPE, 2017)

Miotti y cols., evaluaron la capacidad de enmascaramiento de tres sistemas de resinas compuestas nanohíbridas donde encontraron que Filtek Z350 XT fue el sistema que presentó un mejor enmascaramiento un fondo oscurecido. Además, este mismo estudio, encontró que el tono de body de Filtek Z350 XT se comporta de igual manera que los tonos de dentina de los otros sistemas comparados, al momento de enmascarar un fondo oscurecido (Miotti y cols., 2017).

#### **ENA HRi (Micerium, Avegno, Italia)**

Consiste en un sistema resina nanohíbrida que posee tonos de esmalte, dentina y efectos. Asigna una denominación propia a cada color de sus resinas siendo los tonos esmalte denominados UE, por “*universal enamel*”, y los de dentina como UD, por “*universal dentine*”. Los tonos *enamel* son ordenados desde el más claro en números decrecientes desde el 3 al 1, siendo UE3 el más claro. Los tonos dentina se ordenan desde el menos al más saturado en números crecientes, del 0 al 8,

siendo la gran mayoría de sus tonos equivalentes a la escala Vitapan Classical, de esta manera el color UD2 es equivalente al color A2 (Micerium S.P.A., 2021).

El sistema de resinas ENA HRi posee diferente composición de relleno en sus tonos de esmalte y dentina, variando el tamaño y volumen entre ellos. Además, posee la particularidad de tener tonalidades de esmalte con índice de refracción similar al esmalte natural, esto significa que la luz se comportaría en la restauración tal como lo hace en el esmalte natural. Según Beolchi y cols., esta particularidad permitiría una reproducción completa de las características visuales de un diente natural entregando mayor estética a la restauración (Beolchi et al., 2021).

Por otro lado, se ha mencionado que los tonos de esmalte de este sistema de resinas poseen menor translucidez al espesor de 0,5 mm comparado con un sistema de resina microhíbrido (Ferraris y cols., 2014).

Aunque se conocen diversos factores que pueden influir en la capacidad de enmascaramiento de un sustrato con alteración de color, la efectividad de cada sistema de resina para lograr un enmascaramiento óptimo sigue siendo incierta (Perez y cols., 2019). Los actuales sistemas de resinas compuestas presentan una variedad de tonos con diferentes grados de translucidez asociados a su composición (Korkut y cols., 2023). En este contexto un conocimiento adecuado del sistema de resina y la estrategia de estratificación a utilizar es esencial para lograr una restauración estéticamente adecuada (Kim y cols., 2009; Miotti y cols., 2017).

### **3. HIPÓTESIS**

Existen diferencias en la capacidad de enmascaramiento de sustratos severamente oscurecidos, entre dos sistemas de resinas compuestas de distinta composición y distintas posibilidades de estratificación.

### **4. OBJETIVO GENERAL**

Comparar la capacidad de enmascaramiento de un sustrato oscurecido mediante el uso de dos sistemas de estratificación de resinas compuestas con diferente composición a las 24 horas.

### **5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Determinar la capacidad de enmascaramiento de cada opacidad individual de resina Filtek Z350 XT .
2. Determinar la capacidad de enmascaramiento de cada combinación opacidades de resina Filtek Z350 XT
3. Determinar la capacidad de enmascaramiento de cada opacidad individual de resina ENA HRi.
4. Determinar la capacidad de enmascaramiento de cada combinación de opacidades de resina ENA HRi.
5. Comparar la capacidad de enmascaramiento de las distintas opacidades del sistema de resinas Filtek Z350 XT
6. Comparar la capacidad de enmascaramiento de las distintas opacidades del sistema de resinas ENA HRi
7. Comparar las capacidades de enmascaramiento de cada opacidad individual de resina Filtek Z350 XT y de resina ENA HRi
8. Comparar las capacidades de enmascaramiento de las combinaciones de estratificación de resina Filtek Z350 XT y de resina ENA HRi.

## **7. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **7.1. CARACTERÍSTICAS DEL ESTUDIO**

El siguiente estudio, de carácter experimental, *in vitro*, fue aprobado por la Dirección de Investigación de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile.

La investigación se llevó a cabo en los Laboratorios de preclínico de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile.

### **7.2. DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO MUESTRAL**

El tamaño de la muestra se determinó utilizando el software G\*Power v.3.1 (Faul y cols., 2007) a partir de los datos obtenidos por Miotti y cols. (Miotti y cols., 2017). Se consideró un error  $\alpha$  de 5%, un poder estadístico (1- error  $\beta$ ) de 0,9. Esto dió como resultado  $n=3$  discos por grupo. Se decidió realizar 5 discos por grupo para prevenir posibles pérdidas de datos.

### **7.3. OBTENCIÓN DE LAS MUESTRAS**

Las muestras se prepararon usando dos sistemas de resinas compuestas, por un lado, Filtek Z350 XT (3M-ESPE, St. Paul, MN, USA) con tonos de esmalte, body y dentina. Y por otro lado, ENA HRi (Micerium, Avegno, Italia) con tonos de esmalte y dentina como opciones básicas. La composición química, los fabricantes y el tono de los materiales utilizados en este estudio se enumeran en la Tabla 2.

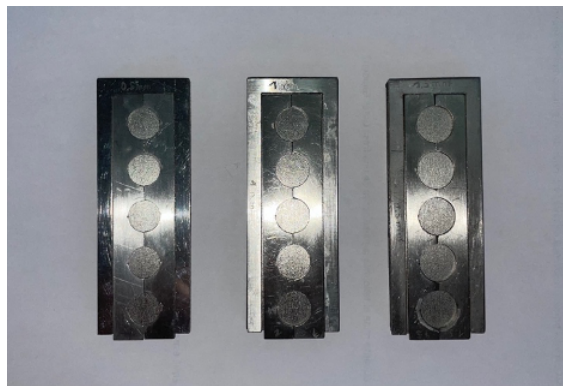
**Tabla 2:** Información y composición de los sistemas de restauración usados proporcionados por fabricantes

Sistema de Restauración	Composición	Fabricante	Tonos
<b>Z350 XT</b>	<p>Matriz: Bis-GMA, UDMA, TEGDMA, BisEMA, PEGDMA, BHT.</p> <p>Relleno: 63,3% volumen. 20 nm Sílice, 4 – 11 nm zirconia y <i>nanoclusters</i> de 0,6 – 10 <math>\mu\text{m}</math> Si/Zr</p>	3M-Espe, St. Paul, MN, USA	A2E, A2B, A2D
<b>ENA HRi</b>	<p><b>Esmalte:</b></p> <p>Matriz: BisGMA, UDMA, Butanediol dimethacrylate</p> <p>Relleno: 68% volumen. Relleno de vidrio de 1,0 <math>\mu\text{m}</math> y 20 nm óxido de zirconio.</p> <p><b>Dentina:</b></p> <p>Matriz: BisGMA, UDMA, Butanediol dimethacrylate</p> <p>Relleno: 53% volumen. Relleno de vidrio tamaño medio 0,7 <math>\mu\text{m}</math> y SiO<sub>2</sub> altamente disperso de tamaño 0,04 <math>\mu\text{m}</math>.</p>	Micerium, Avegno, Italia	UE2, UD2

Las muestras se confeccionaron mediante el uso de matrices divididas de acero inoxidable de 0,5, 1,0 o 1,5 mm de espesor y 11 mm de diámetro (Figura 2), para combinaciones de simple, doble y triple estratificación, siguiendo el siguiente esquema:

- a) Las de simple estratificación (SE) se prepararon con una matriz de 1,5 mm de espesor. La resina se colocó en un incremento y la superficie superior se aplanó con tiras de Mylar y placas de vidrio.

- b) Para las de doble estratificación (DE) se colocó un disco previamente obtenido de 0,5 o 1,0 mm de espesor, sobre la matriz de 1,5 mm de espesor y la cavidad resultante (1,0 o 0,5 mm) se completó con la resina correspondiente.
- c) Para las muestras de triple estratificación (TE) (solo posibles con el sistema Filtek Z350 XT) se preparó un disco de 0,5 mm de espesor de resina compuesta dentina (D), a partir de un incremento de resina. Este disco se colocó dentro de la matriz de 1,0 mm de espesor y la cavidad resultante (0,5 mm) se completó con resina body (B) Este disco de 1,0 mm se colocó dentro de la matriz de 1,5 mm de espesor y la cavidad resultante (0,5 mm) se completó con resina esmalte (E).



**Figura 2:** Matrices divididas de acero inoxidable 0,5, 1,0 o 1,5 mm de espesor y 11 mm de diámetro, en orden de izquierda a derecha

Cada disco de resina fue fotopolimerizado durante 20 segundos al momento de completar el espesor de la matriz, utilizando una lámpara LED con irradiancia de  $1200 \text{ mW/cm}^2$  Elipar DeepCure-L (3M-ESPE St. Paul, MN, USA).



Finalmente se obtuvieron setenta muestras de resina compuesta en forma de disco, las cuales fueron divididas en 14 grupos (n=5) para considerar todas las posibles combinaciones de colores de capas de cada sistema restaurador. Las combinaciones de los materiales de cada sistema restaurador se muestran en la Tabla 3.

**Tabla 3:** Combinaciones posibles de estratos, simple estratificación (SE), doble estratificación (DE), triple estratificación (TE), de sistemas de resinas compuestas

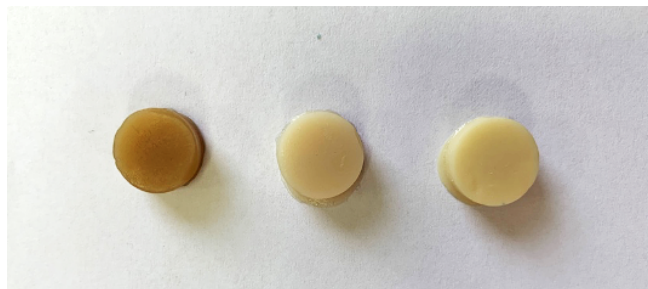
Fabricante		Colores	Técnica de estratificación (n=5)		
<b>ENA HRI</b> <b>(Micerium)</b>	UE2: Universal Enamel 2(E) UD2: Universal Dentine 2 (D)	1,5 mm E	SE	1,5 UE	
		1,5 mm D	SE	1,5 UD	
		0,5 mm D + 1,0 mm E	DE	0,5 UD/1,0 UE	
		1,0 mm D + 0,5 mm E	DE	1,0 UD/0,5 UE	
<b>Z350 XT (3M)</b>	A2E: A1 Enamel (E) A2B: A2 Body (B) A2D: A2 Dentin (D)	1,5 mm E	SE	1,5 E	
		1,5 mm B	SE	1,5 B	
		1,5 mm D	SE	1,5 D	
		0,5 mm B + 1,0 mm E	DE	0,5 B/1,0 E	
		0,5 mm D + 1,0 mm E	DE	0,5 D/1,0 E	
		0,5 mm D + 1,0 mm B	DE	0,5 D/1,0 B	
		1,0 mm B + 0,5 mm E	DE	1,0 B/0,5 E	
		1,0 mm D + 0,5 mm E	DE	1,0 D/0,5 E	
		1,0 mm D + 0,5 mm B	DE	1,0 D/0,5 B	
		0,5mm D + 0,5 mm B + 0,5	TE	0,5 D/0,5 B/0,5 E	

Una vez obtenidas las muestras se almacenaron en agua destilada durante 24 horas a 37°C en una incubadora Cultura (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein). Pasadas las 24 horas de inmersión en agua, las muestras fueron secadas con papel absorbente, para realizar la medición de color.

#### 7.4. MEDICIÓN DE COLOR

Para la medición de color se usaron 3 discos de 12 mm de diámetro y 5 mm de espesor de resina compuesta, el primero de resina Essentia Dark Dentin (DD) (L: 51,4; a: 2,60; b: 33,3) que fue utilizado para simular un fondo severamente oscurecido. El segundo y tercer disco correspondieron al espesor del color inherente de la resina de la misma marca; A2D para Filtek Z350 y UD2 para ENA HRi (Figura 3). Estos dos antecedentes simulan dos condiciones clínicas diferentes, la primera, un bloque de resina DD, representando un fondo dentario oscurecido, el segundo, un bloque de resina A2D y UD2, representando una superficie dental sin alteración de color.

La confección de fondos de 5 mm de espesor permitió obtener el color inherente del fondo, lo que evitó que exista influencia del fondo bajo este (Kamishima y cols., 2005).



**Figura 3:** Discos de fondo. En orden, primero fondo oscurecido (DD), segundo fondo inherente Filtek Z350 XT (A2D) y tercero, fondo inherente ENA HRi (UD2)

Las mediciones de color se realizaron mediante el uso de espectrofotómetro de punto Vita Easyshade (VITA Zahnfabrik, H. Rauter GmbH & Co. KG, Säckingen, Alemania) (Figura 4) calibrado de acuerdo con las instrucciones del fabricante antes de realizar la medición del color y medido por operadores entrenados.



**Figura 4:** Espectrofotómetro Vita Easyshade (VITA Zahnfabrik, H. Rauter GmbH & Co. KG, Säckingen, Alemania)

Las muestras se colocaron sobre el fondo con un medio de acoplamiento (glicerina) para evitar el efecto del índice de refracción del aire entre las muestras (Nogueira y Della Bona, 2013) y luego se midieron sobre cada fondo (color inherente y DD) por un evaluador entrenado. Todas las medidas de color siguieron el patrón de estratificación clínica, con las capas esmalte hacia arriba. Los grupos con combinaciones de colores body y dentina siguieron la misma consideración que para la capa esmalte, con la capa de color body hacia la superficie para la lectura del color.

El color se registró de acuerdo con el sistema de color CIELAB (INTERNATIONAL COMMISSION ON ILLUMINATION, 2004) relativo al iluminante estándar D65 para el resultado de mediciones de color.

## 7.5. DETERMINACIÓN DE DIFERENCIAS

La diferencia de color del mismo espécimen sobre los fondos oscurecidos e inherente se calculó mediante la ecuación de diferencia de color CIEDE2000 ( $\Delta E_{00}$ ) (Durand y cols., 2021):

$$\Delta E_{00} = \left[ \left( \frac{\Delta L'}{k_L S_L} \right)^2 + \left( \frac{\Delta C'}{k_C S_C} \right)^2 + \left( \frac{\Delta H'}{k_H S_H} \right)^2 + R_T \left( \frac{\Delta C'}{k_C S_C} \right) \left( \frac{\Delta H'}{k_H S_H} \right) \right]^{1/2}$$

Valores bajos de  $\Delta E_{00}$  indican que el espécimen es menos sensible a la influencia del color de fondo, y consecuentemente, tiene una mayor capacidad de enmascaramiento. El Umbral de Perceptibilidad (PT) en este estudio (PT CIEDE2000 50:50%) fue de 0,8, mientras que el Umbral de Aceptabilidad (AT) (AT CIEDE2000 50:50%) fue de 1,8 (Paravina y cols., 2019). Para la interpretación de diferencias de color para  $\Delta E_{00}$  se consideraron los cinco intervalos presentados en la Tabla 1.

## 7.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis estadístico se realizó mediante el software IBM SPSS Statistics, versión 21. Se analizaron los valores de  $\Delta E_{00}$ . Se utilizaron las pruebas estadísticas de Shapiro-Wilk (para evaluar la distribución de los datos) y en base a esto definir el uso de pruebas paramétricas o no paramétricas. Se consideraron estadísticamente significativos valores  $p < 0,05$ .

## 8. RESULTADOS

Los datos se distribuyeron normalmente, por lo que el análisis estadístico se realizó con pruebas paramétricas, T de Student, ANOVA y post hoc de Tukey, según corresponda.

### a) SISTEMA DE RESINAS FILTEK Z350 XT

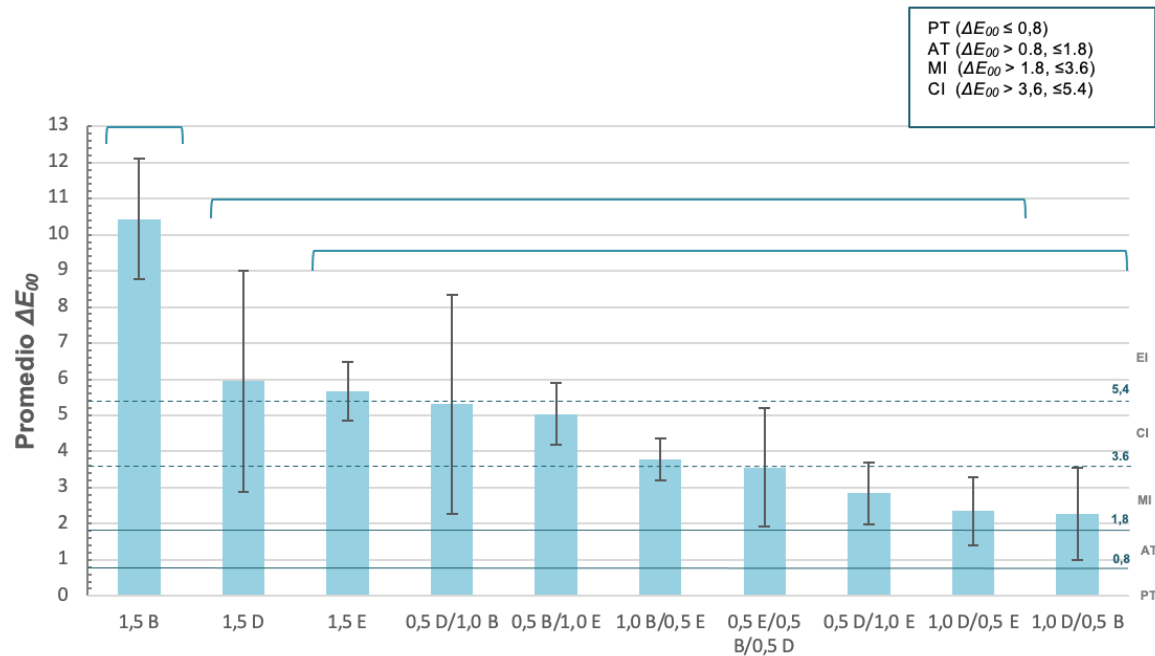
Los valores de capacidad de enmascaramiento determinados a las 24 horas de cada combinación de estratificación del sistema Filtek Z350 XT, son presentados en la Tabla 4.

**Tabla 4:** Capacidad de enmascaramiento a las 24 horas de cada combinación de estratificación (SE, DE y TE) del sistema de resinas Filtek Z350 XT

Sistema	Combinaciones de estratificación			ΔE00 24 Horas	
				Promedio	Desviación estándar
Filtek Z350 XT	1.5 mm B	SE	5	<b>10,43</b>	1,67
	1.5 mm D	SE	5	5,95	3,06
	1.5 mm E	SE	5	5,66	0,81
	0.5 mm D/ 1.0 mm B	DE	5	5,31	3,04
	0.5 mm B/ 1.0 mm E	DE	5	5,04	0,86
	1.0 mm B/ 0.5 mm E	DE	5	3,78	0,57
	0.5 mm E/ 0.5 mm B/ 0.5 mm D	TE	5	3,56	1,64
	0.5 mm D/ 1.0 mm E	DE	5	2,84	0,85
	1.0 mm D/ 0.5 mm E	DE	5	2,35	0,95
	1.0 mm D/ 0.5 mm B	DE	5	2,28	1,27

Al comparar los  $\Delta E_{00}$  promedio de las diferentes combinaciones de estratificación del sistema de resinas Filtek Z350 XT, mediante prueba ANOVA, existen diferencias estadísticamente significativas entre los grupos ( $p < 0,05$ ).

Mediante pruebas post hoc de Tukey se obtuvo que la combinación que tuvo mejor enmascaramiento fue 1,0 mm dentina/ 0,5 mm de body ( $\Delta E_{00} = 2,28$ ), y la que tuvo peor enmascaramiento fue 1,5 mm de body ( $\Delta E_{00} = 10,43$ ). La combinación de 1,5 mm de dentina fue estadísticamente diferente a estas dos anteriores ( $\Delta E_{00} = 5,95$ ).



**Figura 5:** Comparación de capacidad de enmascaramiento promedio ( $\Delta E_{00}$ ) de cada combinación de estratificación del sistema de resinas Filtek Z350 XT. Se presenta intervalo (líneas horizontales superiores) correspondiente a grupos estadísticamente iguales. Se observa umbrales de PT (umbral de perceptibilidad o enmascaramiento excelente), AT (umbral de aceptabilidad o enmascaramiento aceptable). MI, CI y EI corresponden a umbrales inaceptables de enmascaramiento (MI: moderadamente inaceptable, CI: claramente inaceptable y EI: extremadamente inaceptable).

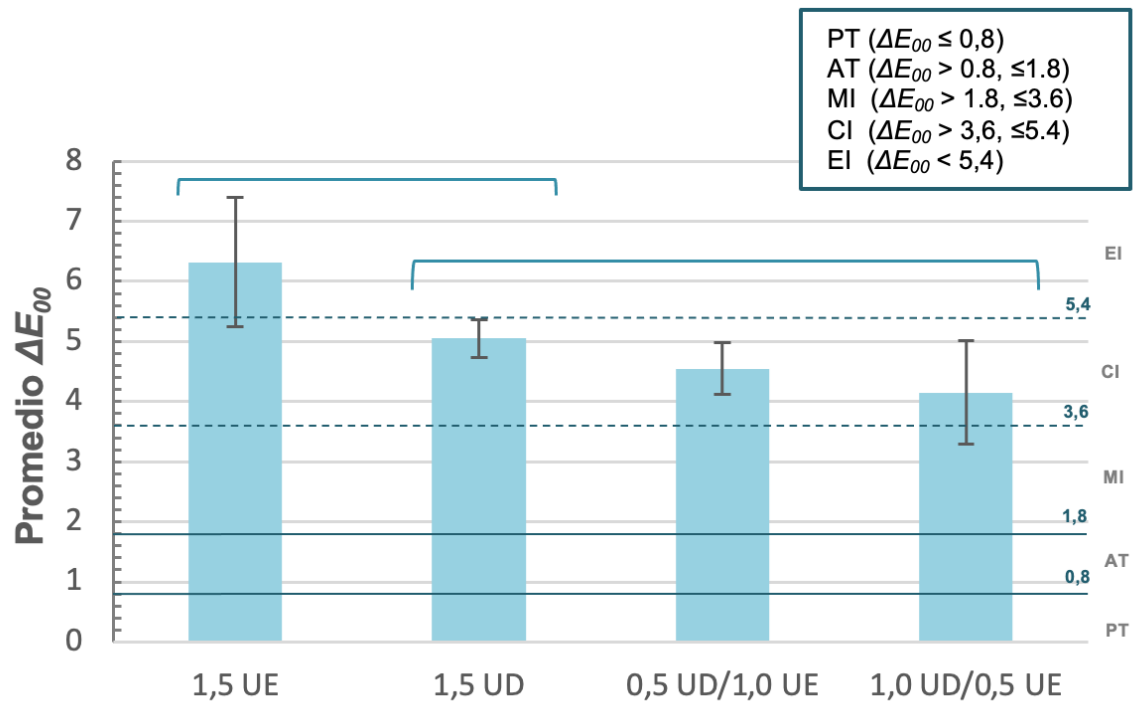
## b) SISTEMA DE RESINAS ENA HRI

Los valores de capacidad de enmascaramiento determinados a las 24 horas de cada combinación de estratificación del sistema ENA HRI, son presentados en la Tabla 5.

**Tabla 5:** Diferencia de color promedio ( $\Delta E_{00}$ ) a las 24 horas de cada combinación de estratificación (SE y DE) del sistema de resinas ENA HRI.

Sistema	Combinaciones de estratificación			$\Delta E_{00}$ 24 Horas	
				Promedio	Desviación estándar
ENA HRI	1.5 mm E	SE	5	6,32	1,08
	1.5 mm D	SE	5	5,05	0,32
	0.5 mm D/ 1.0 mm E	DE	5	4,55	0,43
	1.0 mm D/ 0.5 mm E	DE	5	4,15	0,86

Al comparar los  $\Delta E_{00}$  promedio de las diferentes combinaciones de estratificación del sistema de resinas ENA HRI, mediante prueba ANOVA, existen diferencias estadísticamente significativas entre los grupos ( $p < 0,05$ ). Mediante pruebas post hoc de Tukey, se obtuvo que 1,0 dentina/ 0,5 esmalte ( $\Delta E_{00} = 4,15$ ) y 0,5 dentina/ 1,0 esmalte ( $\Delta E_{00} = 4,55$ ) presentan mayor enmascaramiento que el resto de las combinaciones.



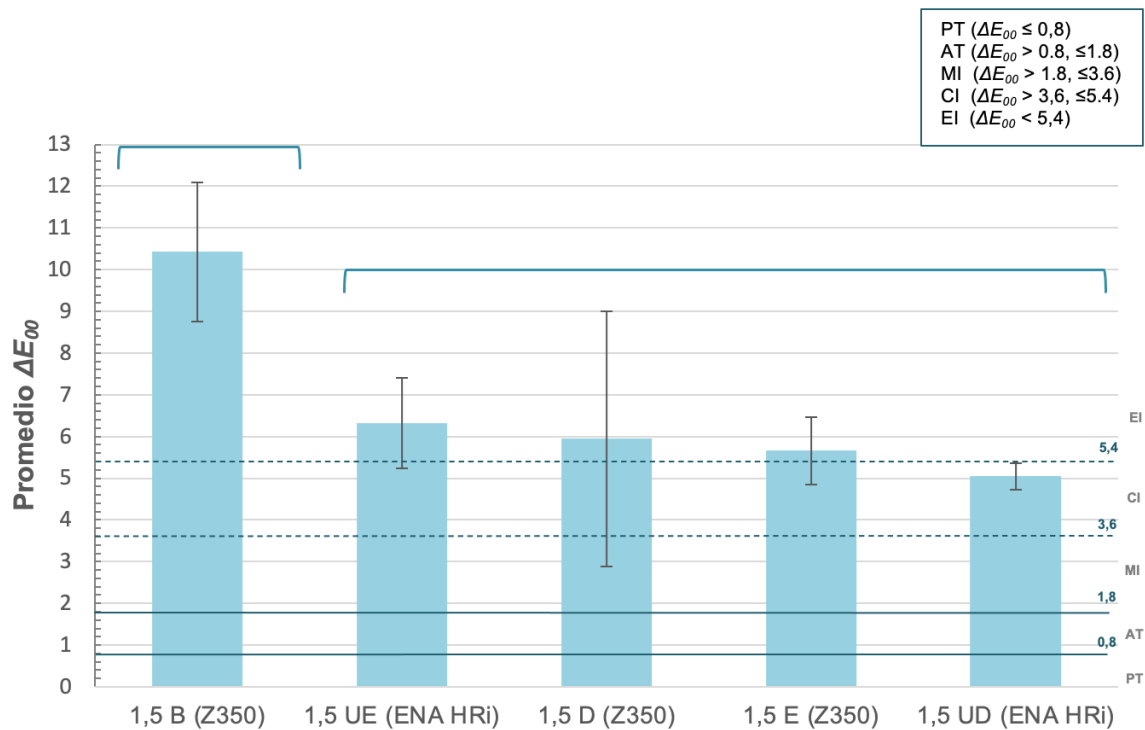
**Figura 6:** Comparación de capacidad de enmascaramiento promedio ( $\Delta E_{00}$ ) de cada combinación de estratificación del sistema de resinas ENA HRI. Se presenta intervalo (líneas horizontales superiores) correspondiente a grupos estadísticamente iguales. Se observa umbrales de PT, AT, MI, CI y EI.



### c) COMPARACIÓN SISTEMAS FILTEK Z350 XT Y ENA HRI

#### Simple estratificación (SE)

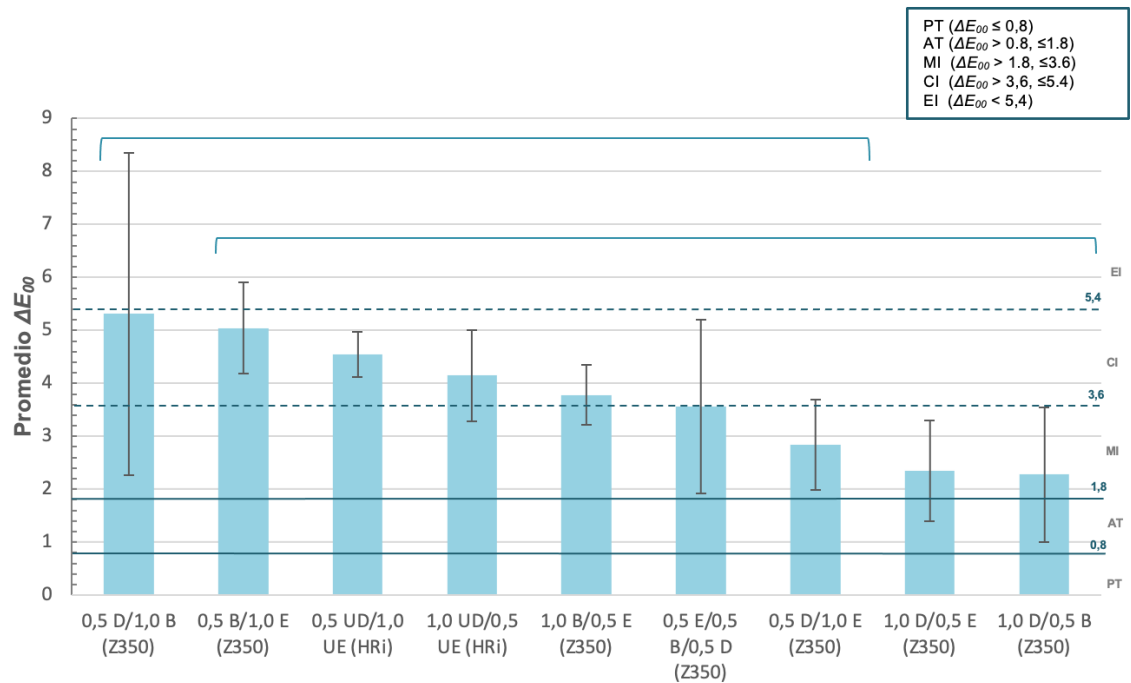
Al comparar los valores de  $\Delta E_{00}$  promedio entre todos los grupos mediante la prueba estadística ANOVA, existe diferencia estadísticamente significativa entre ellos ( $p < 0,05$ ). Posteriormente, mediante prueba post hoc de Tukey, se obtuvo que 1,5 mm de body ( $\Delta E_{00} = 10,43$ ) del sistema Filtek Z350 XT fue la combinación que logró peor enmascaramiento.



**Figura 7:** Comparación de capacidad de enmascaramiento promedio ( $\Delta E_{00}$ ) de simple estratificación (SE) del sistema de resinas Filtek Z350 XT y ENA HRI. Se presenta intervalo (líneas horizontales superiores) correspondiente a grupos estadísticamente iguales. Se observa umbrales de PT, AT, MI, CI y EI.

### Doble y triple estratificación (DE y TE)

Al comparar los valores de  $\Delta E_{00}$  promedio entre todos los grupos mediante la prueba estadística ANOVA, existe diferencia estadísticamente significativa entre ellos ( $p < 0,05$ ). Posteriormente, mediante prueba post hoc de Tukey, se obtuvo que las combinaciones que tuvieron mayor enmascaramiento fueron 1,0 mm de dentina/ 0,5 mm de body ( $\Delta E_{00} = 2,28$ ) y 1,0 mm de dentina/ 0,5 mm de esmalte ( $\Delta E_{00} = 2,35$ ), ambos del sistema de resinas Filtek Z350 XT. La combinación que obtuvo menor enmascaramiento fue 0,5 mm de dentina/ 1,0 mm de body ( $\Delta E_{00} = 5,31$ ) del sistema de resinas Filtek Z350 XT.



**Figura 8:** Comparación de capacidad de enmascaramiento promedio ( $\Delta E_{00}$ ) de doble y triple estratificación (DE y TE) del sistema de resinas Filtek Z350 XT y ENA HRi. Se presenta intervalo (líneas horizontales superiores) correspondiente a grupos estadísticamente iguales. Se observa umbrales de PT, AT, MI, CI y EI.

#### d) COMPARACIÓN SEGÚN TIPO DE ESTRATIFICACIÓN

Los valores de capacidad de enmascaramiento determinados a las 24 horas de los diferentes tipos de combinaciones de estratificación (SE, DE y TE) del sistema Filtek Z350 XT y ENA HRi son presentados a continuación.

#### Comparación de Filtek Z350 XT

**Tabla 6:** Comparación entre tipo de estratificación y capacidad de enmascaramiento del sistema de resinas compuestas Filtek Z350 XT a las 24 horas.

Sistema	Tipo de estratificación	n	$\Delta E_{00}$ 24 Horas	
			Promedio	Desviación estándar
FILTEK Z350 XT	SE	15	7,35	2,96
	DE	30	3,60	1,58
	TE	5	3,56	1,64

Al comparar los valores de  $\Delta E_{00}$  promedio entre todos los grupos mediante la prueba estadística ANOVA, existe diferencia estadísticamente significativa entre ellos ( $p < 0,05$ ). Posteriormente, mediante prueba post hoc de Tukey, se obtuvo que las combinaciones de doble (DE) y triple estratificación (TE), obtuvieron mayor enmascaramiento, mientras que las de simple estratificación (SE) obtuvieron el menor enmascaramiento.

### Comparación de ENA HRi

**Tabla 7:** Comparación entre tipo de estratificación y capacidad de enmascaramiento del sistema de resinas compuestas ENA HRi a las 24 horas.

Sistema	Tipo de estratificación	n	$\Delta E_{00}$ 24 Horas	
			Promedio	Desviación estándar
ENA HRi	SE	10	5,68	1,01
	DE	10	4,35	0,68

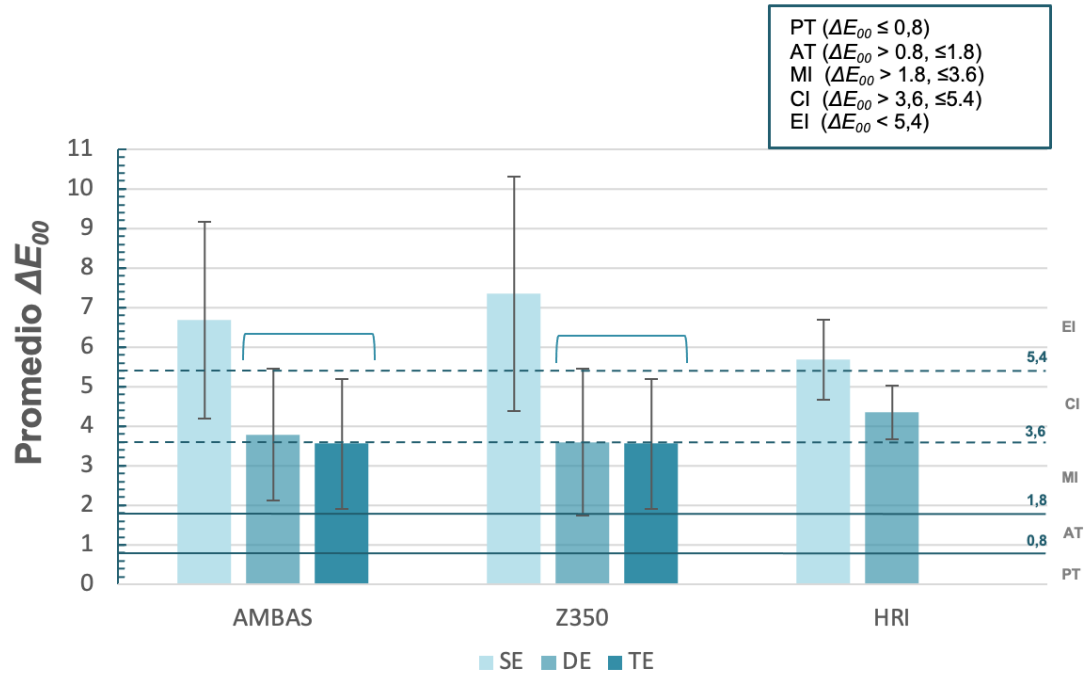
Al comparar los valores de  $\Delta E_{00}$  promedio entre los grupos mediante la prueba estadística T de Student se obtuvo que ambos grupos son estadísticamente diferentes ( $p < 0,05$ ), donde las dobles estratificaciones (DE) de ENA HRi obtuvieron mayor enmascaramiento que las simples estratificaciones (SE).

### Comparación entre ambos sistemas de resinas

**Tabla 8:** Comparación entre tipo de estratificación y capacidad de enmascaramiento del sistema de resinas compuestas Filtek Z350 XT y ENA HRi a las 24 horas.

Sistema	Tipo de estratificación	n	$\Delta E_{00}$ 24 Horas	
			Promedio	Desviación estándar
FILTEK Z350 XT y ENA HRi	SE	25	6,68	2,49
	DE	40	3,79	1,66
	TE	5	3,56	1,64

Al comparar los valores de  $\Delta E_{00}$  promedio entre todos los grupos mediante la prueba estadística ANOVA, existe diferencia estadísticamente significativa entre ellos ( $p < 0,05$ ). Posteriormente, mediante prueba post hoc de Tukey, se obtuvo que las combinaciones de doble (DE) y triple estratificación (TE) tuvieron mayor enmascaramiento, mientras que las de simple estratificación (SE) obtuvieron el menor enmascaramiento.



**Figura 9:** Comparación de capacidad de enmascaramiento promedio ( $\Delta E_{00}$ ) de la simple (SE), doble (DE) y triple estratificación (TE) de ambos sistemas de resinas (Filtek Z350 XT y ENA HRI) y por separado. Se presenta intervalo (líneas horizontales superiores) correspondiente a grupos estadísticamente iguales. Se observa umbrales de PT, AT, MI, CI y EI.

## 9. DISCUSIÓN

El presente estudio evaluó y comparó la capacidad de enmascaramiento de dos sistemas de resinas compuestas de diferente composición sobre un fondo severamente oscurecido utilizando diferentes combinaciones de estratificación.

Ninguna estrategia de estratificación de los dos sistemas de resina comparados en este estudio logró enmascarar el fondo severamente oscurecido a nivel de umbral de aceptabilidad (AT), en efecto, todas las combinaciones evaluadas lograron enmascaramientos entre umbrales de moderadamente inaceptables (MI) y extremadamente inaceptables (EI). Estos resultados difieren con los encontrados por el estudio previo de Miotti y cols., donde se vió que ciertas combinaciones de estratificación de resinas compuestas si lograron un enmascaramiento aceptable de un fondo oscurecido (Miotti y cols., 2017).

Al comparar las condiciones experimentales y análisis de datos del presente estudio y el antes mencionado, se encontraron diferencias en el color de resina compuesta utilizada, el color del fondo oscurecido y la metodología utilizada en la evaluación e interpretación de la diferencia de color.

En primer lugar, el color de resina utilizada por Miotti y cols., fue A1 VITA Classical, mientras que en el presente estudio se utilizó el color A2. Esta diferencia de color podría jugar un rol importante ya que colores menos saturados podrían contribuir a aclarar de mejor manera un fondo oscurecido, modificando su valor.

En segundo lugar, Miotti y cols., utilizaron un color C4 como color del fondo subyacente, que es más claro que el usado en el presente estudio. El uso de un fondo menos oscurecido podría hacer más fácil el enmascaramiento con las resinas compuestas utilizadas en el estudio de Miotti, lo que podría explicar, en cierta medida, las diferencias encontradas entre ambos estudios.

Finalmente, la interpretación de la diferencia de color, utilizada por Miotti y cols., correspondió a un valor de 2,25 como parámetro de aceptabilidad para  $\Delta E_{00}$ , mientras que en este estudio se usó el valor de 1,8. Los umbrales visuales de perceptibilidad (PT) y aceptabilidad (AT) pueden establecer cuantitativamente la aceptación de una restauración dental por parte del paciente, por lo que representa un parámetro relevante a la hora de interpretar la diferencia de color (Paravina y cols., 2019). En la literatura diversos estudios han utilizado diferentes valores de AT y PT para  $\Delta E_{ab}$  y  $\Delta E_{00}$  para el análisis de las diferencias de color (Kim y cols., 2009; An y cols., 2013; Darabi y cols., 2014). Sin embargo, a partir de un ensayo clínico multicéntrico controlado, se estableció evidencia que respalda el uso de valores de PT y AT para  $\Delta E_{00}$  más bajos, 0,8 y 1,8, respectivamente (Paravina y cols., 2015). Por lo que los distintos valores de interpretación de las diferencias de color, podría explicar primordialmente las diferencias entre ambos estudios.

Al comparar las distintas combinaciones de estratificación de los distintos sistemas de resinas utilizados a las 24 horas, se observó que el sistema de resina Filtek Z350 XT, no obtuvo diferencias significativas entre sus combinaciones, a excepción de la combinación de 1,5 mm de Body que obtuvo significativamente el menor enmascaramiento. Contrario a lo esperado, esta opacidad intermedia entre esmalte y dentina no obtuvo un enmascaramiento acorde a su característica, es más, a las 24 horas su enmascaramiento fue el menor. Este comportamiento paradójico también fue observado en un estudio de Morel y cols, donde encontraron que las simple estratificaciones de 1,5 mm tanto de esmalte, como de body, del mismo sistema de resinas se comportan similar al enmascarar un fondo oscurecido, siendo peores que la opacidad de dentina (Morel y cols., 2023).

Por otro lado, las combinaciones de estratificación de mejor comportamiento de este sistema se encontraron en el rango de moderadamente inaceptable 0,5E/0,5B/0,5D, 0,5D/1,0E, 1,0D/0,5E y 1,0D/0,5B, siendo esta última la mejor. Esto sugeriría que estas podrían tener un mejor rendimiento clínico al enmascarar que el resto de las combinaciones de este sistema, a pesar de que esta diferencia no es estadísticamente significativa.

Con relación al sistema ENA HRi, las combinaciones 0,5UE/1,0UD y 1,0E/0,5UD obtuvieron mayor enmascaramiento en comparación al resto de estratificaciones, aunque sin diferencias significativas.

A partir del análisis de los resultados de ambos sistemas de resinas se pudo detectar que existe una tendencia a que las dobles y triples estratificaciones ofrezcan una mayor capacidad de enmascaramiento. Al realizar los análisis de esta tendencia, se pudo verificar que esto es estadísticamente significativo tanto para Filtek Z350 XT como para ENA HRi. Este fenómeno, de acuerdo con Horie y cols., podría deberse a un efecto de dispersión de la luz en una zona de interdifusión entre una capa y otra, donde no existe relleno, permitiendo una atenuación de la luz hacia los estratos más profundos. El estudio mencionado concluye que existe una menor translucidez en las estratificaciones de resina compuesta en comparación con las de una sola capa, lo que podría estar estrechamente relacionado con una mayor capacidad de enmascaramiento (Horie y cols., 2012).

Sumado a lo antes mencionado, se podría afirmar que la presencia de estratos con opacidad creciente hacia el fondo haría que la luz experimente sucesivas atenuaciones de su velocidad y dirección lo cual también podría jugar un rol en el aumento de la opacidad de estos estratos ya que al ser de distinta opacidad tienen necesariamente diferente índice de refracción (Hewitt, 2007). Así mismo, la luz que atraviesa la resina compuesta tiende a dispersarse y ser absorbida gracias a las partículas de relleno, favoreciendo este comportamiento de la luz (Lee, 2007). En el presente estudio, se verificó lo planteado por Horie y cols., e incluso la triple estratificación del sistema Filtek Z350 XT, ofreció un mayor enmascaramiento, aunque no estadísticamente significativo.

Al comparar los sistemas de resinas utilizados, los resultados sugieren que a las 24 horas no existen diferencias significativas en la capacidad de enmascaramiento entre los distintos sistemas de resinas probados. Si se compara con relación a los umbrales de interpretación de diferencia de color, las combinaciones de ENA HRi se localizaron en el rango de claramente inaceptable junto a las combinaciones



1,0B/0,5E, 0,5B/1,0E y 0,5D/1,0B de Filtek Z350 XT que también estuvieron en este último rango. En este mismo análisis, el mejor rendimiento en enmascaramiento lo ofrece el sistema de resinas Filtek Z350 XT alcanzando en cuatro de sus combinaciones el rango de moderadamente inaceptable, resultados que tienen similitudes a los obtenidos por Miotti y cols., donde el sistema de resinas Filtek Z350 XT logró mejores resultados en enmascaramiento en algunas de sus combinaciones en relación con otros sistemas de estratificación (Miotti y cols., 2017).

En este sentido, el mejor rendimiento de algunas combinaciones de Filtek Z350 XT en comparación a ENA HRi, puede deberse a que ambos sistemas de resinas tienen diferente composición de relleno y matriz. Por un lado, el sistema de resinas Filtek Z350 XT posee relleno nanométrico con la incorporación *nanoclusters*, donde su tamaño y forma variable puede generar cambios en la dispersión y reflexión de la luz, afectando su translucidez y favoreciendo el enmascaramiento (Lee, 2008; Habib y cols., 2017). Por otro lado, la cantidad de BisGMA usada en la matriz de resina puede tener un efecto en el enmascaramiento, según Azzopardi y cols., en resinas con relleno de sílice la cantidad de BisGMA utilizada tiene un efecto significativo en la translucidez. Inokoshi y cols., reportaron que, a menor diferencia en el índice de refracción entre la matriz de resina y el relleno, mayor es la translucidez de la resina, ya que en la interfaz de estos componentes existiría la presencia de múltiples refracciones y reflexiones de la luz, donde BisGMA tiene similar índice de refracción de los rellenos (Inokoshi y cols., 1996; Azzopardi y cols., 2009).

Adicionalmente, se puede asociar a las diferencias observadas el uso de diferentes pigmentos y opacificantes con la capacidad de enmascaramiento de ambas resinas compuestas (An y cols., 2013). Como es sabido, tanto el contenido de pigmentos como el de opacificantes de cada sistema de resina no está declarado, ya que es considerado un secreto comercial. (Paravina y cols., 2008; Ismail y Paravina, 2022)

Finalmente, una consideración para tener en cuenta es que, el presente estudio midió la capacidad de enmascaramiento a las 24 horas post polimerización y almacenamiento en agua destilada. Esto nos lleva a tener cautela con respecto a

los resultados observados ya que hay estudios que han demostrado que las resinas compuestas cambian su color posterior a la polimerización inicial, y que este proceso continúa ocurriendo en una posterior fase oscura de polimerización, lo que puede significar que el resultado del color y enmascaramiento final de la restauración podría variar con el tiempo y no necesariamente coincidir con el observado en las primeras horas (Janda y cols., 2005; De Santis y cols., 2009; Çelik y cols., 2011). Por lo tanto, sería relevante estudios que evalúen los cambios de color y capacidad de enmascaramiento en un mayor lapso de tiempo.

En conclusión, la capacidad de enmascaramiento no fue diferente entre los sistemas de resinas compuestas de diferente composición, por lo que la hipótesis de este trabajo se rechaza.

## 9.1. ESTUDIOS FUTUROS

De acuerdo con los resultados del presente estudio ninguna de las combinaciones de estratos fue capaz de enmascarar el sustrato altamente oscurecido bajo el nivel de perceptibilidad. Por esto, se sugiere implementar estudios que evalúen enmascaramiento sobre fondos con alteración de color creciente, es decir, con alteraciones leves, moderadas y severas, de tal manera de obtener una referencia donde las distintas estratificaciones funcionen mejor y donde dejarían de funcionar eficientemente.

Este estudio evaluó el enmascaramiento de un fondo severamente oscurecido mediante diferentes combinaciones de resina compuesta a las 24 horas post almacenamiento en agua. Estudios han visto que la estabilidad de color de las restauraciones de resina compuesta pueden verse afectados por la fotopolimerización, el contenido de relleno inorgánico, los componentes de la matriz de resina, la absorción de agua y los cambios de temperatura en el medio bucal (Janda y cols., 2005; Çelik y cols., 2011), siendo la estabilidad del color en el tiempo de una restauración de resina compuesta un factor crítico en el resultado del enmascaramiento, por lo que se sugieren estudios que evalúen la capacidad de enmascaramiento de las resinas compuestas en un lapso de tiempo mayor.

Por último, se recomiendan estudios futuros que incluyan la evaluación del enmascaramiento mediante el uso de diferentes tonos de resina, comparar otros sistemas de resinas compuestas y evaluar los fenómenos ópticos de las distintas opacidades de las resinas que podrían afectar el enmascaramiento.

## 9.2. LIMITACIONES

Por una parte, la replicación *in vivo* de este estudio puede ser compleja, ya que surgiría la dificultad para lograr los espesores exactos de resina compuesta al estratificar y haría necesario el uso de instrumentos que calibren exactamente los incrementos colocados.

Por otro lado, otras de las limitaciones, son los factores clínicos propios del ecosistema bucal y sus funciones que no pueden ser controlados. No se analizaron algunos factores que pudiesen afectar el enmascaramiento, como son el pH u otros componentes de la saliva, los cambios de temperatura en el entorno bucal, el efecto del pulido, la exposición a alimentos y agentes colorantes y la estabilidad de color en el tiempo.

## 10. CONCLUSIONES

Basado en los resultados del presente estudio, se puede concluir que:

- No es posible el enmascaramiento a nivel aceptable de sustratos severamente oscurecidos mediante la estratificación de resinas compuestas usadas en este estudio.
- No existen diferencias significativas entre los sistemas de resinas Filtek Z350 XT y ENA HRi al momento de enmascarar un sustrato oscurecido.
- El uso de doble y triple estratificación de resinas compuestas es más beneficioso para enmascarar un fondo oscurecido en comparación a una simple estratificación.

## 11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

3M ESPE. (2017). Filtek Z350 XT Restaurador Universal. Perfil técnico del producto. [Folleto].

[https://multimedia.3m.com/mws/media/725177O/tpf-filtek-z350xt.pdf?&fn=Filtek\\_Z350\\_XT\\_Restorative\\_TPP\\_SP\\_LA\\_Low-Res\\_R1.pdf](https://multimedia.3m.com/mws/media/725177O/tpf-filtek-z350xt.pdf?&fn=Filtek_Z350_XT_Restorative_TPP_SP_LA_Low-Res_R1.pdf)

An, J.-S., Son, H.-H., Qadeer, S., Ju, S.-W., & Ahn, J.-S. (2013). The influence of a continuous increase in thickness of opaque-shade composite resin on masking ability and translucency. *Acta Odontologica Scandinavica*, *71*(1), 120–129. <https://doi.org/10.3109/00016357.2011.654250>

Araujo, E., & Perdigão, J. (2021). Anterior Veneer Restorations - An Evidence-based Minimal-Intervention Perspective. *The Journal of Adhesive Dentistry*, *23*(2), 91–110. <https://doi.org/10.3290/j.jad.b1079529>

Ardu, S., Rossier, I., di Bella, E., Krejci, I., & Dietschi, D. (2019). Resin composite thickness' influence on L\*a\*b\* coordinates and translucency. *Clinical Oral Investigations*, *23*(4), 1583–1586. <https://doi.org/10.1007/s00784-018-2585-9>

Azzopardi, N., Moharamzadeh, K., Wood, D. J., Martin, N., & van Noort, R. (2009). Effect of resin matrix composition on the translucency of experimental dental composite resins. *Dental Materials: Official Publication of the Academy of Dental Materials*, *25*(12), 1564–1568. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2009.07.011>

Bahannan, S. A. (2014). Shade matching quality among dental students using visual and instrumental methods. *Journal of Dentistry*, *42*(1), 48–52. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2013.11.001>

Baltzer, A., & Kaufmann-Jinoian, V. (2004). La determinación del color del diente. *Quintessenz Zahntech*, *30*(7), 726–740.

Baratieri, L. N., Araujo, E., & Monteiro, S. (2007). Color in natural teeth and direct resin composite restorations: essential aspects. *The European Journal of Esthetic Dentistry: Official Journal of the European Academy of Esthetic Dentistry*, 2(2), 172–186.

Barber, A. J., & King, P. A. (2014). Management of the single discoloured tooth. Part 2: Restorative options. *Dental Update*, 41(3), 194–196, 198–200, 202–204. <https://doi.org/10.12968/denu.2014.41.3.194>

Basso, G. R., Kodama, A. B., Pimentel, A. H., Kaizer, M. R., Bona, A. Della, Moraes, R. R., & Boscato, N. (2017). Masking Colored Substrates Using Monolithic and Bilayer CAD-CAM Ceramic Structures. *Operative Dentistry*, 42(4), 387–395. <https://doi.org/10.2341/16-247-L>

Bazos, P., & Magne, P. (2014a). Bio-Emulation: biomimetically emulating nature utilizing a histoanatomic approach; visual synthesis. *The International Journal of Esthetic Dentistry*, 9(3), 330–352.

Bazos, P., & Magne, P. (2014b). Bio-Emulation: biomimetically emulating nature utilizing a histoanatomic approach; visual synthesis. *The International Journal of Esthetic Dentistry*, 9(3), 330–352.

Beolchi, R. S., Mehta, D., Pelissier, B., Gênova, L. A., Freitas, A. Z., & Bhandi, S. H. (2021). Influence of Filler Composition on the Refractive Index of Four Different Enamel Shades of Composite Resins. *The Journal of Contemporary Dental Practice*, 22(5), 557–561.

Bersezio, C., Batista, O., Vildósola, P., Martín, J., Fernández, E., Angel, P., Estay, J., & Corral, C. (2014). Instrumentación para el registro del color en odontología. *Revista Dental de Chile*, 104(3), 3–7. <https://www.researchgate.net/publication/262065490>

Bowen, Rafael. L. (1962). *Dental filling material comprising vinyl silane treated fused silica and a binder consisting of the reaction product of bis phenol and glycidyl acrylate* (Patent 3066112).

Browning, W. D., Contreras-Bulnes, R., Brackett, M. G., & Brackett, W. W. (2009). Color differences: polymerized composite and corresponding Vitapan Classical shade tab. *Journal of Dentistry*, 37 Suppl 1, e34-9. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2009.05.008>

Çelik, E. U., Aladağ, A., Türkün, L. Ş., & Yilmaz, G. (2011). Color changes of dental resin composites before and after polymerization and storage in water. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry: Official Publication of the American Academy of Esthetic Dentistry ... [et Al.]*, 23(3), 179–188. <https://doi.org/10.1111/j.1708-8240.2011.00421.x>

Chu, S. J., Trushkowsky, R. D., & Paravina, R. D. (2010). Dental color matching instruments and systems. Review of clinical and research aspects. *Journal of Dentistry*, 38 Suppl 2, e2-16. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2010.07.001>

Cochrane, S. (2014). The Munsell Color System: a scientific compromise from the world of art. *Studies in History and Philosophy of Science*, 47, 26–41. <https://doi.org/10.1016/j.shpsa.2014.03.004>

Dalmolin, A., Perez, B. G., Gaidarji, B., Ruiz-López, J., Lehr, R. M., Pérez, M. M., & Durand, L. B. (2021). Masking ability of bleach-shade resin composites using the multilayering technique. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry: Official Publication of the American Academy of Esthetic Dentistry ... [et Al.]*, 33(5), 807–814. <https://doi.org/10.1111/jerd.12740>

Darabi, F., Radafshar, G., Tavangar, M., Davaloo, R., Khosravian, A., & Mirfarhadi, N. (2014). Translucency and masking ability of various composite resins at different thicknesses. *Journal of Dentistry (Shiraz, Iran)*, 15(3), 117–122.



Degirmenci, B., & Degirmenci, A. (2018). The effects of thickness changes in different composites on translucency, opalescence, and masking efficacy. *Medical Science*, 22(94), 571–576.

De Santis, R., Gloria, A., Sano, H., Amendola, E., Prisco, D., Mangani, F., Rengo, S., Ambrosio, L., & Nicolais, L. (2009). Effect of light curing and dark reaction phases on the thermomechanical properties of a Bis-GMA based dental restorative material. *Journal of applied biomaterials & biomechanics: JABB*, 7(2), 132–140.

Dietschi, D. (1995). Free-hand composite resin restorations: a key to anterior aesthetics. *Practical Periodontics and Aesthetic Dentistry: PPAD*, 7(7), 15–25; quiz 27.

Dietschi, D., Ardu, S., & Krejci, I. (2006). A new shading concept based on natural tooth color applied to direct composite restorations. *Quintessence International (Berlin, Germany: 1985)*, 37(2), 91–102.

Dietschi, D., & Fahl, N. (2016). Shading concepts and layering techniques to master direct anterior composite restorations: an update. *British Dental Journal*, 221(12), 765–771. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2016.944>

Dos Santos, R. B., Collares, K., Brandeburski, S. B. N., Pecho, O. E., & Della Bona, A. (2021). Experimental methodologies to evaluate the masking ability of dental materials: A systematic review. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry: Official Publication of the American Academy of Esthetic Dentistry ... [et Al.]*, 33(8), 1118–1131. <https://doi.org/10.1111/jerd.12791>

Durand, L. B., Ruiz-López, J., Perez, B. G., Ionescu, A. M., Carrillo-Pérez, F., Ghinea, R., & Pérez, M. M. (2021). Color, lightness, chroma, hue, and translucency adjustment potential of resin composites using CIEDE2000 color difference formula. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry: Official Publication of the American*

*Academy of Esthetic Dentistry ... [et Al.]*, 33(6), 836–843.  
<https://doi.org/10.1111/jerd.12689>

Emami, N., Sjö Dahl, M., & Söderholm, K.-J. M. (2005). How filler properties, filler fraction, sample thickness and light source affect light attenuation in particulate filled resin composites. *Dental Materials: Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 21(8), 721–730. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2005.01.002>

Fahl, N. (2006). A POLYCHROMATIC COMPOSITE LAYERING APPROACH FOR SOLVING A COMPLEX CLASS IV/DIRECT VENEER-DIASTEMA COMBINATION: PART I. *Practical Procedures & Aesthetic Dentistry*, 18(10), A-G.

Fani, G., Vichi, A., & Davidson, C. L. (2007). Spectrophotometric and visual shade measurements of human teeth using three shade guides. *American Journal of Dentistry*, 20(3), 142–146.

Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A.-G., & Buchner, A. (2007). G\*Power 3: a flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior Research Methods*, 39(2), 175–191.  
<https://doi.org/10.3758/bf03193146>

Ferracane, J. L. (2011). Resin composite--state of the art. *Dental Materials: Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 27(1), 29–38.  
<https://doi.org/10.1016/j.dental.2010.10.020>

Ferraris, F., Diamantopoulou, S., Acunzo, R., & Alcidi, R. (2014). Influence of enamel composite thickness on value, chroma and translucency of a high and a nonhigh refractive index resin composite. *The International Journal of Esthetic Dentistry*, 9(3), 382–401.

Ghinea, R., Pérez, M. M., Herrera, L. J., Rivas, M. J., Yebra, A., & Paravina, R. D. (2010a). Color difference thresholds in dental ceramics. *Journal of Dentistry*, *38 Suppl 2*, e57-64. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2010.07.008>

Ghinea, R., Pérez, M. M., Herrera, L. J., Rivas, M. J., Yebra, A., & Paravina, R. D. (2010b). Color difference thresholds in dental ceramics. *Journal of Dentistry*, *38(2)*, 57–64. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2010.07.008>

Guan, Y. H., Lath, D. L., Lilley, T. H., Willmot, D. R., Marlow, I., & Brook, A. H. (2005). The measurement of tooth whiteness by image analysis and spectrophotometry: a comparison. *Journal of Oral Rehabilitation*, *32(1)*, 7–15. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2842.2004.01340.x>

Habib, E., Wang, R., & Zhu, X. X. (2017). Monodisperse silica-filled composite restoratives mechanical and light transmission properties. *Dental Materials: Official Publication of the Academy of Dental Materials*, *33(3)*, 280–287. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2016.12.008>

Hattab, F., Qudeimat, M., & Al-Rimawi, H. (1999). Dental discoloration: an overview. *J Esthet Dent*, *11(6)*, 291–310. <https://doi.org/10.1111/j.1708-8240.1999.tb00413.x>

Hewitt, PG. (2007). Física conceptual. Décima edición. México, Pearson Educación.

Horie, K., Nakajima, M., Hosaka, K., Kainose, K., Tanaka, A., Foxton, R. M., & Tagami, J. (2012). Influences of composite-composite join on light transmission characteristics of layered resin composites. *Dental Materials: Official Publication of the Academy of Dental Materials*, *28(2)*, 204–211. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2011.10.006>

Ilie, N., & Hickel, R. (2011). Resin composite restorative materials. *Australian Dental Journal*, *56 Suppl 1*, 59–66. <https://doi.org/10.1111/j.1834-7819.2010.01296.x>

Inokoshi, S., Burrow, M. F., Kataumi, M., Yamada, T., & Takatsu, T. (1996). Opacity and color changes of tooth-colored restorative materials. *Operative Dentistry*, 21(2), 73–80.

INTERNATIONAL COMMISSION ON ILLUMINATION. (2004). *CIE 15: Technical Report: Colorimetry, 3rd Edition* (Vol. 552). Commission Internationale de l'Eclairage.

Ismail, E. H. (2021). Color interaction between resin composite layers: An overview. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry: Official Publication of the American Academy of Esthetic Dentistry ... [et Al.]*, 33(8), 1105–1117. <https://doi.org/10.1111/jerd.12806>

Ismail, E. H., Dawson, D. V., & Maia, R. R. (2020). A novel sample design for determining color compatibility between layered resin composite and vita shade guides. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry: Official Publication of the American Academy of Esthetic Dentistry ... [et Al.]*, 32(1), 34–42. <https://doi.org/10.1111/jerd.12530>

Ismail, E. H., & Paravina, R. D. (2022). Color adjustment potential of resin composites: Optical illusion or physical reality, a comprehensive overview. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry: Official Publication of the American Academy of Esthetic Dentistry ... [et Al.]*, 34(1), 42–54. <https://doi.org/10.1111/jerd.12843>

ISO/CIE 11664-6:2014. (2014). *Colorimetry – Part 6: CIEDE2000 Colour-Difference Formula*. <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/dcc12066-2ce0-4d25-abe4-276e281bc3a7/iso-cie-11664-6-2014>

Janda, R., Roulet, J.-F., Latta, M., Steffin, G., & Rüttermann, S. (2005). Color stability of resin-based filling materials after aging when cured with plasma or halogen light. *European Journal of Oral Sciences*, 113(3), 251–257. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0722.2005.00217.x>

Johnston, W. M., & Reisbick, M. H. (1997). Color and translucency changes during and after curing of esthetic restorative materials. *Dental Materials: Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 13(2), 89–97. [https://doi.org/10.1016/s0109-5641\(97\)80017-6](https://doi.org/10.1016/s0109-5641(97)80017-6)

Joiner, A. (2004). Tooth colour: a review of the literature. *Journal of Dentistry*, 32 Suppl 1, 3–12. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2003.10.013>

Joiner, A., & Luo, W. (2017). Tooth colour and whiteness: A review. *Journal of Dentistry*, 67S, S3–S10. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2017.09.006>

Kamishima, N., Ikeda, T., & Sano, H. (2005). Color and translucency of resin composites for layering techniques. *Dental Materials Journal*, 24(3), 428–432. <https://doi.org/10.4012/dmj.24.428>

Kansal, S., Jindal, L., Garg, K., Thakur, K., Mehta, S., & Pachori, H. (2020). Discoloration of Teeth: A Literature Review. *International Journal of Health and Clinical Research*, 3(2), 58–62.

Kim, S. J., Son, H. H., Cho, B. H., Lee, I. B., & Um, C. M. (2009). Translucency and masking ability of various opaque-shade composite resins. *Journal of Dentistry*, 37(2), 102–107. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2008.10.002>

Kim-Pusateri, S., Brewer, J. D., Davis, E. L., & Wee, A. G. (2009). Reliability and accuracy of four dental shade-matching devices. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 101(3), 193–199. [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(09\)60028-7](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(09)60028-7)

Kolb, C., Gumpert, K., Wolter, H., & Sextl, G. (2020). Highly translucent dental resin composites through refractive index adaption using zirconium dioxide nanoparticles and organic functionalization. *Dental Materials: Official Publication of the Academy*

of *Dental Materials*, 36(10), 1332–1342.  
<https://doi.org/10.1016/j.dental.2020.07.005>

Korkut, B., Tarçin, B., Atali, P. Y., & Özcan, M. (2023). Introduction of a New Classification for Resin Composites with Enhanced Color Adjustment Potential. *Current Oral Health Reports*, 10, 223–232.

Kuzenko, Y., Mykhno, O., Sikora, V., Bida, V., & Bida, O. (2022). Dental terminology “discoloration” or “pigment dystrophy” - a review and practical recommendations. *Polski Merkurusz Lekarski: Organ Polskiego Towarzystwa Lekarskiego*, 50(295), 65–67.

Kwon, S. R. (2011). Whitening the single discolored tooth. *Dental Clinics of North America*, 55(2), 229–239, vii. <https://doi.org/10.1016/j.cden.2011.01.001>

Lee, Y.-K. (2007). Influence of scattering/absorption characteristics on the color of resin composites. *Dental Materials: Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 23(1), 124–131. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2006.01.007>

Lee, Y.-K. (2008). Influence of filler on the difference between the transmitted and reflected colors of experimental resin composites. *Dental Material: Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 24(9), 1243–1247. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2008.01.014>

LeSage, B. P. (2007). Aesthetic anterior composite restorations: a guide to direct placement. *Dental Clinics of North America*, 51(2), 359–378, viii. <https://doi.org/10.1016/j.cden.2007.02.001>

Liberato, W. F., Barreto, I. C., Costa, P. P., de Almeida, C. C., Pimentel, W., & Tiossi, R. (2019). A comparison between visual, intraoral scanner, and spectrophotometer shade matching: A clinical study. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 121(2), 271–275. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2018.05.004>

Lim, Y.-K., Lee, Y.-K., Lim, B.-S., Rhee, S.-H., & Yang, H.-C. (2008). Influence of filler distribution on the color parameters of experimental resin composites. *Dental Materials: Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 24(1), 67–73. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2007.02.007>.

Lindsey, D. T., & Wee, A. G. (2007). Perceptibility and acceptability of CIELAB color differences in computer-simulated teeth. *Journal of Dentistry*, 35(7), 593–599. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2007.03.006>

Liu, J., Zhang, H., Sun, H., Liu, Y., Liu, W., Su, B., & Li, S. (2021). The Development of Filler Morphology in Dental Resin Composites: A Review. *Materials (Basel, Switzerland)*, 14(19). <https://doi.org/10.3390/ma14195612>

Luo, M. R., Cui, G., & Rigg, B. (2001). The development of the CIE 2000 colour-difference formula: CIEDE2000. *Color Research & Application*, 26(5), 340–350.

Micerium S.P.A. (2021). Enamel Plus HRi [Folleto]. [https://www.micerium.com/wp-content/uploads/2020/04/HRI-ENG-ISTR-v6.2\\_2021-04.pdf](https://www.micerium.com/wp-content/uploads/2020/04/HRI-ENG-ISTR-v6.2_2021-04.pdf)

Miotti, L. L., Santos, I. S., Nicoloso, G. F., Pozzobon, R. T., Susin, A. H., & Durand, L. B. (2017a). The use of resin composite layering technique to mask discolored background: A CIELAB/CIEDE2000 analysis. *Operative Dentistry*, 42(2), 165–174. <https://doi.org/10.2341/15-368-L>

Miotti, L. L., Santos, I. S., Nicoloso, G. F., Pozzobon, R. T., Susin, A. H., & Durand, L. B. (2017b). The use of resin composite layering technique to mask discolored background: A CIELAB/CIEDE2000 analysis. *Operative Dentistry*, 42(2), 165–174. <https://doi.org/10.2341/15-368-L>

Mitra, S. B., Wu, D., & Holmes, B. N. (2003). An application of nanotechnology in advanced dental materials. *Journal of the American Dental Association (1939)*, 134(10), 1382–1390. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.2003.0054>

Morel, L. L., de Holanda, G. A., Perroni, A. P., de Moraes, R. R., & Boscato, N. (2023). Effect of shade and opacity on color differences and translucency of resin composite veneers over lighter and darker substrates. *Odontology*. <https://doi.org/10.1007/s10266-023-00842-9>

Munsell, A. H. (1905). *A Color Notation* (2nd ed.). Geo. H. Ellis Co.

Nogueira, A. D., & Della Bona, A. (2013). The effect of a coupling medium on color and translucency of CAD-CAM ceramics. *Journal of Dentistry*, *41*(SUPPL. 3). <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2013.02.005>

Olms, C., & Setz, J. M. (2013). The repeatability of digital shade measurement--a clinical study. *Clinical Oral Investigations*, *17*(4), 1161–1166. <https://doi.org/10.1007/s00784-012-0796-z>

Paolone, G., Orsini, G., Manauta, J., Devoto, W., & Putignano, A. (2014). Composite shade guides and color matching. *The International Journal of Esthetic Dentistry*, *9*(2), 164–182.

Paravina, R. D., Ghinea, R., Herrera, L. J., Bona, A. D., Igiel, C., Linninger, M., Sakai, M., Takahashi, H., Tashkandi, E., & Perez, M. del M. (2015). Color difference thresholds in dentistry. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry: Official Publication of the American Academy of Esthetic Dentistry ... [et Al.]*, *27 Suppl 1*, S1-9. <https://doi.org/10.1111/jerd.12149>

Paravina, R. D., Majkic, G., Imai, F. H., & Powers, J. M. (2007). Optimization of tooth color and shade guide design. *Journal of Prosthodontics: Official Journal of the American College of Prosthodontists*, *16*(4), 269–276. <https://doi.org/10.1111/j.1532-849X.2007.00189.x>



Paravina, R. D., Pérez, M. M., & Ghinea, R. (2019). Acceptability and perceptibility thresholds in dentistry: A comprehensive review of clinical and research applications. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry: Official Publication of the American Academy of Esthetic Dentistry ... [et Al.]*, 31(2), 103–112. <https://doi.org/10.1111/jerd.12465>

Paravina, R. D., Westland, S., Johnston, W. M., & Powers, J. M. (2008). Color adjustment potential of resin composites. *Journal of Dental Research*, 87(5), 499–503. <https://doi.org/10.1177/154405910808700515>

Paravina, R., & Powers, J. (2004). *Esthetic Color Training in Dentistry* (R. Paravina & J. Powers, Eds.; 1st ed., Vol. 1). Elsevier Mosby.

Perez, B. G., Gaidarji, B., Palm, B. G., Ruiz-López, J., Pérez, M. M., & Durand, L. B. (2022). Masking ability of resin composites: Effect of the layering strategy and substrate color. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry: Official Publication of the American Academy of Esthetic Dentistry ... [et Al.]*, 34(8), 1206–1212. <https://doi.org/10.1111/jerd.12942>

Perez, B. G., Gaidarji, B., Righes, D. Z., Pecho, O. E., Rocha, G. K. R., & Durand, L. B. (2023). Masking ability of resin composites: A scoping review. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 35(2), 333–344.

Perez, B. G., Miotti, L. L., Susin, A. H., & Durand, L. B. (2019). The Use of Composite Layering Technique to Mask a Discolored Background: Color Analysis of Masking Ability After Aging-Part II. *Operative Dentistry*, 44(5), 488–498. <https://doi.org/10.2341/18-016-L>

Perez, M. D. M., Ghinea, R., Herrera, L. J., Ionescu, A. M., Pomares, H., Pulgar, R., & Paravina, R. D. (2011). Dental ceramics: a CIEDE2000 acceptability thresholds for lightness, chroma and hue differences. *Journal of Dentistry*, 39 Suppl 3, e37-44. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2011.09.007>

Plotino, G., Buono, L., Grande, N. M., Pameijer, C. H., & Somma, F. (2008). Nonvital tooth bleaching: a review of the literature and clinical procedures. *Journal of Endodontics*, 34(4), 394–407. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2007.12.020>

Randolph, L. D., Palin, W. M., Leloup, G., & Leprince, J. G. (2016). Filler characteristics of modern dental resin composites and their influence on physico-mechanical properties. *Dental Materials: Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 32(12), 1586–1599. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2016.09.034>

Rodriguez, G., Douglas, R., & Pereira, S. (2008). Evolución y tendencias actuales en resinas compuestas. *Acta Odontológica Venezolana*, 46(3), 381–392.

Schmeling, M., DE Andrada, M. A. C., Maia, H. P., & DE Araújo, E. M. (2012). Translucency of value resin composites used to replace enamel in stratified composite restoration techniques. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry: Official Publication of the American Academy of Esthetic Dentistry ... [et Al.]*, 24(1), 53–58. <https://doi.org/10.1111/j.1708-8240.2011.00419.x>

Seghi, R. R., Gritz, M. D., & Kim, J. (1990). Colorimetric changes in composites resulting from visible-light-initiated polymerization. *Dental Materials: Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 6(2), 133–137. [https://doi.org/10.1016/s0109-5641\(05\)80044-2](https://doi.org/10.1016/s0109-5641(05)80044-2)

Sharma, G., Wu, W., & Dalal, E. E. (2005). The CIEDE2000 color-difference formula: Implementation notes, supplementary test data, and mathematical observations. *Color Research & Application*, 30(1), 21.

Swift, E. J., Hammel, S. A., & Lund, P. S. (1994). Colorimetric evaluation of vita shade resin composites. *The International Journal of Prosthodontics*, 7(4), 356–361.

Tabatabaian, F., Beyabanaki, E., Alirezaei, P., & Epakchi, S. (2021). Visual and digital tooth shade selection methods, related effective factors and conditions, and their accuracy and precision: A literature review. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry: Official Publication of the American Academy of Esthetic Dentistry ... [et Al.]*, 33(8), 1084–1104. <https://doi.org/10.1111/jerd.12816>

Takatsui, F., Andrade, M. F. de, Neisser, M. P., Barros, L. A. B., & Loffredo, L. de C. M. (2012). CIE L\*a\*b\*: comparison of digital images obtained photographically by manual and automatic modes. *Brazilian Oral Research*, 26(6), 578–583. <https://doi.org/10.1590/s1806-83242012005000025>

Terry, D. A. (2003). Color matching with composite resin: a synchronized shade comparison. *Practical Procedures & Aesthetic Dentistry: PPAD*, 15(7), 515–521; quiz 522.

Tin-Oo, M. M., Saddki, N., & Hassan, N. (2011). Factors influencing patient satisfaction with dental appearance and treatments they desire to improve aesthetics. *BMC Oral Health*, 11(6), 6. <https://doi.org/10.1186/1472-6831-11-6>

Valdivieso, J., Arias, R., Corral, C., Fernández, E., Estay, J., Bersezio, C., Angel, P., Ferrarezi, M., & Batista, O. (2016). Influencia del grosor de una resina compuesta para técnica estratificada, en la expresión de su color final. *Revista Dental de Chile*, 107(1), 52–55.

Vanini, L. (1996). Light and color in anterior composite restorations. *Practical Periodontics and Aesthetic Dentistry: PPAD*, 8(7), 673–682; quiz 684.

Vanini, L., & Mangani, F. M. (2001). Determination and communication of color using the five color dimensions of teeth. *Practical Procedures & Aesthetic Dentistry: PPAD*, 13(1), 19–28.

Wakefield, C. W., & Kofford, K. R. (2001). Advances in restorative materials. *Dental Clinics of North America*, 45(1), 7–29.

Wang, Y., Zhu, M., & Zhu, X. X. (2021). Functional fillers for dental resin composites. *Acta Biomaterialia*, 122, 50–65. <https://doi.org/10.1016/j.actbio.2020.12.001>

Watts, A., & Addy, M. (2001). Tooth discolouration and staining: a review of the literature. *British Dental Journal*, 190(6), 309–316. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.4800959>

Xu, H., Yaguchi, H., & Shioiri, S. (2001). Testing CIELAB-based color-difference formulae using large color differences. *Optical Review*, 8(6), 487–494.

Yanikian, C., Yanikian, F., Sundfeld, D., Lins, R., & Martins, L. (2019). Direct Composite Resin Veneers in Nonvital Teeth: A Still Viable Alternative to Mask Dark Substrates. *Operative Dentistry*, 44(4), E159–E166. <https://doi.org/10.2341/18-220-T>

Yeh, C. L., Miyagawa, Y., & Powers, J. M. (1982). Optical properties of composites of selected shades. *Journal of Dental Research*, 61(6), 797–801. <https://doi.org/10.1177/00220345820610062901>

Yoon, H.-I., Bae, J.-W., Park, J.-M., Chun, Y.-S., Kim, M.-A., & Kim, M. (2018). A Study on Possibility of Clinical Application for Color Measurements of Shade Guides Using an Intraoral Digital Scanner. *Journal of Prosthodontic: Official Journal of the American College of Prosthodontists*, 27(7), 670–675. <https://doi.org/10.1111/jopr.12559>

Yu, B., Ahn, J.-S., & Lee, Y.-K. (2009). Measurement of translucency of tooth enamel and dentin. *Acta Odontologica Scandinavica*, 67(1), 57–64. <https://doi.org/10.1080/00016350802577818>

Zhou, X., Huang, X., Li, M., Wang, S., Zhou, X., & Cheng, L. (2019). Development and status of resin composite as dental restorative materials. *Journal of Applied Polymer Science*, 136(44), 1–12.