



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

**ESTUDIO COMPARATIVO DE TRANSLUCIDEZ DE DOS SISTEMAS DE
RESINA SEGÚN DISTRIBUCIÓN DE SUS ESTRATOS**

Javiera Isidora Fonseca Arias

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

TUTOR PRINCIPAL

Prof. Dr. Javier Martín Casielles

TUTORES ASOCIADOS

Prof. Dr. Pablo Angel Aguirre

**Adscrito a Proyecto FONDOR 2022/01
Santiago - Chile
2024**



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

**ESTUDIO COMPARATIVO DE TRANSLUCIDEZ DE DOS SISTEMAS DE
RESINA SEGÚN DISTRIBUCIÓN DE SUS ESTRATOS**

Javiera Isidora Fonseca Arias

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

TUTOR PRINCIPAL

Prof. Dr. Javier Martín Casielles

TUTORES ASOCIADOS

Prof. Dr. Pablo Angel Aguirre

**Adscrito a Proyecto FONDOR 2022/01
Santiago - Chile
2024**

DEDICATORIA

A mi padre, madre, hermana y abuelos, quienes han sido mi pilar y refugio en todos los momentos de mi vida. Jorge, tus enseñanzas sobre la perseverancia y el trabajo duro me han guiado en cada paso. Selene, tu amor incondicional y tus sacrificios diarios me han dado la fuerza para nunca rendirme. Camila, tu apoyo constante me ha dado luz en los días más oscuros. Rosa y Bernardo, por su preocupación y su amor incondicional. Gracias por creer en mí y por estar siempre a mi lado, celebrando cada pequeño y gran logro. Este éxito también es un reflejo del amor y el apoyo que me han brindado.

A mis amigos de carrera, quienes me han acompañado durante todo este viaje, nada hubiera sido lo mismo sin ustedes. Juntos hemos enfrentado todos los desafíos académicos, hemos celebrado triunfos y hemos compartido innumerables momentos que atesoraré. Su amistad y apoyo me han impulsado a seguir adelante, incluso cuando las cosas se pusieron difíciles. Este logro también es de ustedes, por todo lo que hemos compartido y logrado juntos.

A mis mejores amigos, quienes han estado desde mi infancia, fueron mis primeros compañeros de aventuras, su cariño y apoyo han sido fundamentales para mí en esta etapa de mi vida. Gracias por los momentos inolvidables y por ser esa familia elegida que me ha sostenido y motivado durante estos años.

A kuky, me enseñaste que el amor viene de distintas formas, y que la felicidad se encuentra en las pequeñas cosas. Gracias por acompañarme en tantas noches de estudio y clases durante la pandemia, brindándome siempre tu compañía y amor incondicional. No hablabas, pero en tu mirada podía entender todo y entendí que los ángeles a veces llegan a tu vida en cuatro patas.

Les debo todo a ustedes y les dedico este logro con todo mi amor y gratitud.

AGRADECIMIENTOS

Quisiera expresar mi más profundo agradecimiento a mi tutor de tesis, el Dr. Javier Martín, por su invaluable guía y apoyo. Su experiencia y conocimiento han sido fundamentales para el desarrollo de este trabajo. Agradezco sinceramente sus consejos y sus detalladas revisiones, que han contribuido significativamente a mi formación académica y profesional.

También quisiera agradecer al Dr. Pablo Angel por su valiosa ayuda y colaboración. Sin su apoyo y contribuciones, este trabajo no habría sido posible.

Gracias por creer en mí y por proporcionarme las herramientas necesarias para alcanzar este logro.

ÍNDICE

1. RESUMEN
2. INTRODUCCIÓN	1
3. MARCO TEÓRICO	3
3.1 Estética dental.....	3
3.2 Color.....	3
3.3 Color en odontología.....	7
3.3.1 Características ópticas de los dientes	8
3.3.1.1 Fluorescencia.....	8
3.3.1.2 Opalescencia	9
3.3.1.3 Translucidez.....	9
3.4 Métodos de medición de translucidez	10
3.4.1 Espacios de color CIE Lab*	11
3.4.2 Parámetro de translucidez.....	13
3.5 Resinas compuestas	14
3.5.1 Sistemas de resinas compuestas	16
3.5.1.1 Sistema de resinas compuestas Filtek Z350 XT (3M-ESPE) 17	17
3.5.1.2 Sistema de resinas compuestas ENA HRi (Micerium)	18
3.5.2 Estratificación de resinas compuestas	18
4. HIPÓTESIS	20
5. OBJETIVO GENERAL.....	20
6. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	20
7. MATERIALES Y MÉTODOS	21
7.1 Características del estudio	21
7.2 Determinación del tamaño muestral	21
7.3 Obtención de las muestras	21
7.4 Medición del color.....	25
7.5 Determinación de la translucidez.....	26
7.6 Análisis estadístico	27

8. RESULTADOS	28
9. DISCUSIÓN	34
9.1 Estudios futuros	38
9.2 Limitaciones	38
10. CONCLUSIÓN	39
11. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS	40

1. RESUMEN

Introducción: La demanda de restauraciones estéticas ha impulsado el desarrollo de materiales dentales que imitan la apariencia natural de los dientes. Debido a esto, las resinas compuestas han surgido como un material restaurador potencial, ampliamente utilizado por sus propiedades estéticas. Su translucidez se ve afectada por la composición y distribución de sus estratos. Este estudio busca entender cómo estas variables influyen en la translucidez, para mejorar la selección de materiales y la satisfacción del paciente.

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 combinando las posibles opacidades de cada sistema (simple, doble y triple estratificación). Posteriormente se midió el color de las muestras sobre un fondo negro y sobre un fondo blanco usando un espectrofotómetro de irradiancia (Vita Easyshade) al momento de la confección y a las 24 horas. La translucidez se calculó mediante el parámetro de translucidez (TP). Se utilizaron las pruebas estadísticas T de Student, ANOVA y post-hoc de Tukey HSD. Se consideraron estadísticamente significativos valores $p < 0,05$.

Resultados: Inicialmente, la translucidez de las combinaciones de ambos sistemas varió en relación directa con el grosor de su capa dentinaria. A las 24 horas, Filtek Z350 XT mostró una disminución significativa en la translucidez, mientras que ENA HRi la mantuvo. Los estratos únicos y combinados del sistema de resina ENA HRi presentaron mayor translucidez que Filtek Z350 XT, sin embargo, las combinaciones dentro de la misma marca mostraron una translucidez similar entre sí, por lo cual no hubo variación directamente relacionada a la distribución de los estratos.

Conclusión: Los sistemas de resina mostraron diferencias de translucidez entre sí, pero se comportaron de manera similar dentro de la misma marca en el tiempo. La distribución de los estratos de las diferentes combinaciones no tiene relación directa

con el resultado, sino que este parámetro óptico se ve afectado por la composición propia de cada material.

2. INTRODUCCIÓN

La creciente demanda de restauraciones altamente estéticas por parte de los pacientes ha impulsado el desarrollo de materiales dentales con propiedades ópticas adecuadas, siendo la translucidez una de las más importantes (Salas y cols., 2018).

Para satisfacer adecuadamente las exigencias estéticas, los clínicos disponen de varias opciones, entre las cuales se destacan las resinas compuestas. Representan el material restaurador directo más empleado en odontología, debido a que poseen buenas propiedades estéticas y mecánicas. Además, requieren de una técnica poco invasiva, con pocas sesiones y bajo costo económico (Gutierrez y Pomacóndor, 2020). En la práctica clínica, los sistemas de resina compuesta se seleccionan por su capacidad tanto para replicar la anatomía y estética natural de un diente que ha perdido tejido, como para cubrir o enmascarar dientes con alteraciones de color (Miotti y cols., 2017).

Una propiedad importante de considerar de estos materiales es su translucidez, propiedad óptica de la materia que permite el paso de la luz, dispersando los rayos luminosos de manera que impide ver claramente los objetos a través del material. Se define como el grado relativo en el cual los materiales permiten que el color del fondo afecte su apariencia. En los materiales dentales, esta propiedad es fundamental, ya que influye significativamente en la apariencia estética de las restauraciones. La translucidez permite que los materiales dentales imiten de manera natural la apariencia de los dientes, logrando resultados clínicos visualmente armoniosos (Christiani y cols., 2022).

La translucidez influye fuertemente en la percepción del color en una restauración, que a su vez depende de factores como la composición y distribución de sus estratos. Con el avance de la tecnología y la aparición de nuevos compuestos, ha surgido la necesidad de evaluar y comparar las opciones disponibles en el mercado.

El objetivo de este estudio es proporcionar una comprensión más profunda de cómo la distribución en distintos espesores y combinación de los estratos de dos sistemas de resina compuesta influyen en su translucidez. Esto permitirá a los odontólogos tomar decisiones más informadas en la selección de materiales, aumentando la satisfacción del paciente al ofrecer restauraciones que se integren naturalmente con los dientes adyacentes.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 Estética dental

La estética dental es un aspecto que cada día es de mayor interés en los pacientes, influenciando significativamente su confianza y satisfacción con su apariencia (González y cols., 1999). Por esto, uno de los desafíos principales de la odontología estética es la integración armoniosa de las restauraciones con el tejido dental natural. Los avances en materiales dentales han hecho posible realizar restauraciones que permiten modificar el color, la forma y la posición de los dientes, mejorando así el aspecto de la sonrisa (Gargallo y cols., 2011). No obstante, la evaluación precisa del color y la translucidez continúan siendo uno de los aspectos más complejos y cruciales para obtener resultados estéticamente naturales (Khrurana y cols., 2007; Gargallo y cols., 2011).

3.2 Color

El color es una percepción visual que surge de la interacción de la luz con un objeto, y es interpretada por el cerebro a partir de la información captada por las células receptoras de la retina. La Real Academia Española de la lengua lo define como la “sensación producida por los rayos luminosos que impresionan los órganos visuales y que depende de la longitud de onda” o también como la “propiedad de la luz transmitida, reflejada o emitida por un objeto, que depende de su longitud de onda” (RAE, 2024).

La luz es un tipo de energía que se propaga en ondas electromagnéticas de distinta longitud y de las cuales nuestro sistema visual sólo es capaz de detectar una pequeña parte que se le denomina “espectro visible” (Figura 1). Así la retina humana sólo puede detectar longitudes de onda comprendidas entre los 380 nm (color violeta) y 750 nm (color rojo). En ambos extremos del espectro visible están las longitudes de onda infrarrojas y ultravioletas, que son invisibles al ojo humano (Ragain, 2015).

Color	Longitud de onda en nanómetros
Ultravioleta	280-380
Violeta	380-430
Índigo	430-450
Azul	450-480
Verde	480-530
Amarillo	530-580
Naranja	580-640
Rojo	640-750
Infrarrojo	750-1000

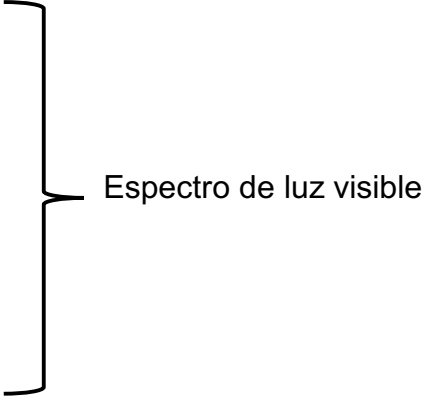


Figura 1. Información de longitudes de onda de cada color (Ragain, 2015).

Existen fenómenos ópticos involucrados en la percepción del color, los cuales están relacionados con la manera en que la luz interactúa con los objetos y cómo nuestro sistema visual interpreta esa interacción (Halliday y cols., 2002).

Algunos de estos fenómenos son:

Reflexión

Es el cambio de dirección de un rayo de luz que entra en contacto con una superficie en la cual no puede continuar propagándose. Cuando este fenómeno óptico ocurre, el rayo de luz puede reflejarse en la misma dirección en que venía o en otra dirección. Esto depende del tipo de superficie sobre la que incide y del ángulo que forma sobre la misma.

La reflexión de la luz a partir de una superficie lisa recibe el nombre de reflexión especular (regular), mientras que en cualquier superficie rugosa se conoce como reflexión difusa (Castro, 1999; Bazos y Magne, 2014).

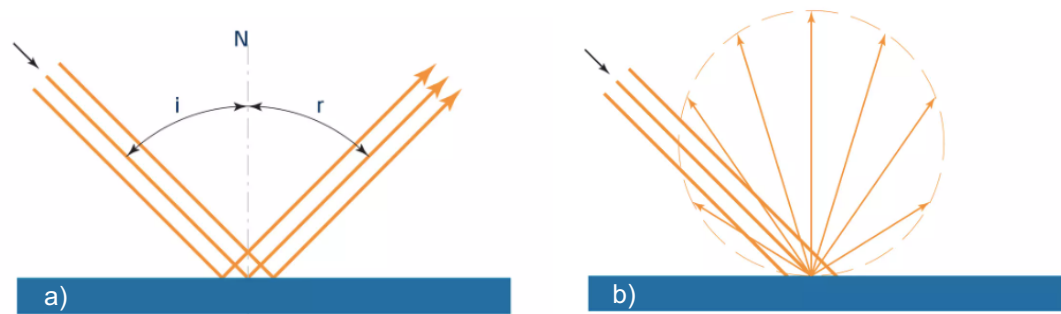


Figura 2. Reflexión especular (a) y reflexión difusa (b) (Blasco, 2016).

Absorción

Es el proceso mediante el cual la energía de la luz es capturada y retenida por la materia. Ocurre cuando la luz interactúa con átomos o moléculas del material, y la energía de los fotones es transferida a los electrones del material, transformándola en otra forma de energía, generalmente calor. Este fenómeno ocurre en superficies que no son completamente reflectantes, y en materiales que no son totalmente transparentes. Por ende, está relacionado a la translucidez, que se refiere a cómo un objeto puede volverse más opaco al absorber más luz, o más translúcido al absorber menos (Castro, 1999; Halliday y cols, 2002).

Transmisión

Fenómeno en el cual los haces de luz atraviesan un cuerpo o material. La intensidad de la luz puede reducirse por absorción o dispersión dentro del material.

En la transmisión regular, el rayo de luz que entra en un material lo atraviesa sin desviarse y emerge del mismo manteniendo su forma original. Los medios que exhiben esta propiedad se llaman cuerpos transparentes. En cambio, en la transmisión difusa, el haz de luz incidente se dispersa a través del medio y sale en múltiples direcciones. A estos medios se les conoce como translúcidos (Castro, 1999).

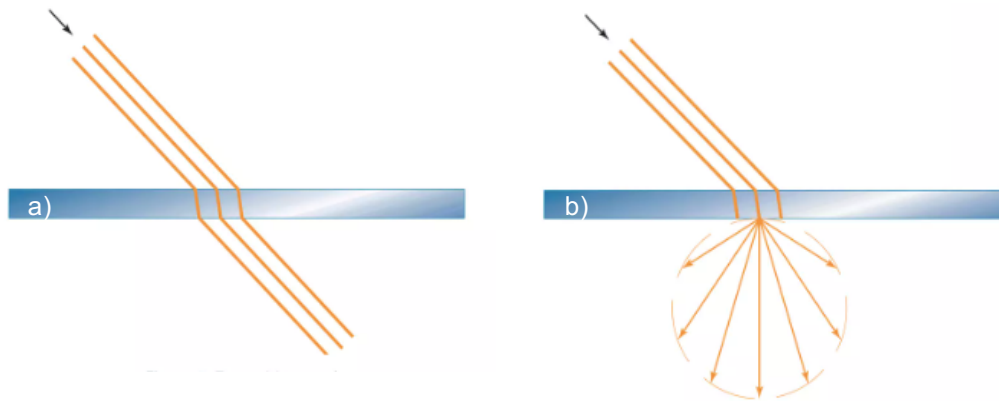


Figura 3. Transmisión regular(a) y transmisión difusa(b) (Blasco, 2016).

Refracción

Fenómeno que se produce por el cambio de dirección y velocidad que experimenta la luz al pasar de un medio a otro (Halliday y cols., 2002).

El índice de refracción es la relación entre la velocidad de la luz en el vacío y la velocidad de la luz en un medio específico. Esta propiedad es única para cada tipo de material y se usa para identificarlos. Cuando un material tiene un índice de refracción similar al de su entorno, se verá más translúcido. En cambio, si hay una diferencia significativa, el material parecerá opaco (Craig, 1998).

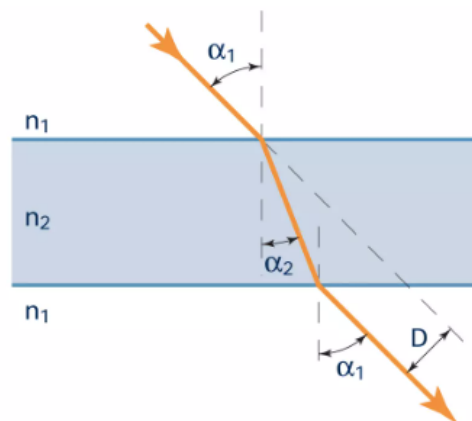


Figura 4. Refracción en el límite entre dos medios (Blasco, 2016).

Dispersión

Fenómeno que ocurre cuando la luz blanca se descompone en sus distintos colores (o longitudes de onda) al pasar a través de un medio, como un prisma. Esto ocurre porque las diferentes longitudes de onda de la luz viajan a diferentes velocidades

en el medio y, por lo tanto, se refractan a distintos ángulos (Craig, 1998; Halliday y cols, 2002).

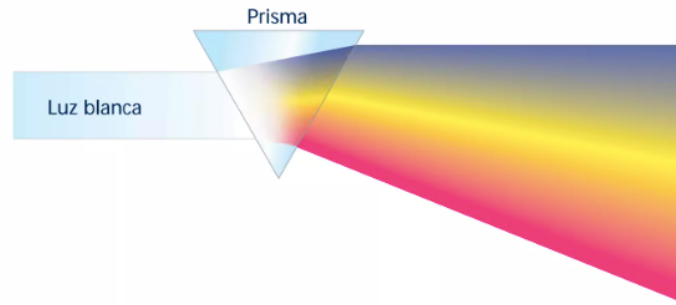


Figura 5. Dispersión de la luz a través del prisma (Fernández, 2019).

En síntesis, el color requiere tres elementos fundamentales: la luz, que debe estar dentro del espectro visible; un receptor sensorial (el ojo humano), capaz de captar la luz por las células de la retina, y el objeto mismo, el que, cuando la luz lo incide, podrá absorber algunas longitudes de onda o permitir su paso, y reflejar otras llegando a nuestros ojos. Las longitudes de onda reflejadas son detectadas por los conos de la retina y luego procesadas por el cerebro, resultado en la experiencia del color. Así, el color depende tanto de las propiedades físicas de la luz y del objeto, como de la interpretación subjetiva de nuestro sistema visual (Chu y cols., 2010).

3.3 Color en odontología

La Odontología Estética busca rehabilitar morfofuncionalmente y devolver el aspecto natural de los dientes. Para lograr este objetivo considera múltiples parámetros estéticos durante el diagnóstico y el tratamiento. Sin embargo, el color destaca como uno de los factores más difíciles de evaluar y reproducir (Moncada y Angel, 2008; Ishikawa y cols., 2009).

El color influye significativamente en la percepción que tienen los pacientes sobre la calidad de las restauraciones dentales, especialmente en la región anterior. Lograr una perfecta armonía con los tejidos y dientes circundantes es una prioridad tanto para el profesional como para los pacientes. Sin embargo, los dientes poseen diversas características ópticas que aumentan la complejidad del resultado final (Fondriest, 2003; Bazos y Magne, 2014) por lo que es crucial que el odontólogo

comprenda todos los aspectos relacionados con el color dental y los materiales de restauración (Morley, 1999).

3.3.1 Características ópticas de los dientes

Las propiedades ópticas que contribuyen a la apariencia del diente incluyen el color, la fluorescencia, la opalescencia y la translucidez (Hatayama y cols., 2020). De ellas, el color y la translucidez se consideran los factores más importantes al momento de recrear la apariencia de un diente natural (Yu y Lee, 2008).

Es esencial comprender estos fenómenos, ya que muchos fracasos estéticos en las restauraciones dentales se deben a un análisis incorrecto de las propiedades ópticas de los dientes naturales (Villarreal y cols., 2011).

3.3.1.1 Fluorescencia

Fenómeno en el cual un material absorbe energía en forma de luz ultravioleta y luego emite parte de esa energía en forma de luz visible de mayor longitud de onda, lo que causa que brille con un color diferente al de la luz que lo ilumina (Espinosa y Rivas, 2011).

Tanto la dentina como el esmalte son estructuras fluorescentes, emitiendo luz visible en el espectro del azul (Lee y cols., 2005), siendo esta característica más acentuada en la dentina debido a la mayor cantidad de material orgánico que presenta (García y cols., 2011).



Figura 6. Luz UV sobre superficie dental (Gamborena y Blatz, 2012).

3.3.1.2 Opalescencia

La opalescencia se produce por la descomposición de la luz al traspasar un objeto translúcido, causando distintas tonalidades dependiendo del ángulo de observación o la dirección de la luz incidente (Yu y Lee, 2013).

El esmalte dentario exhibe características opalescentes, ya que, al ser una estructura translúcida, refleja la luz en matices de color azul y transmite matices de color anaranjado. Estos efectos son especialmente visibles en el borde incisal de los incisivos anteriores (Yu y Lee, 2013).

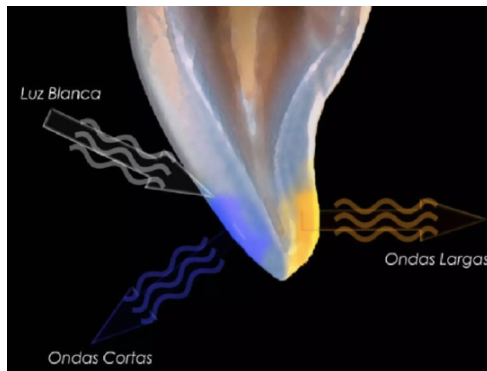


Figura 7. Fenómeno de opalescencia en borde incisal (Vega, 2010).

3.3.1.3 Translucidez

La translucidez es la capacidad de los objetos de dejar pasar la luz a través de ellos, permitiendo ver de una manera difusa o parcialmente obstruida lo que se encuentra detrás. Por lo tanto, se puede describir como una parcial opacidad o el estado entre la completa opacidad y la completa transparencia (Kim y cols., 2009).

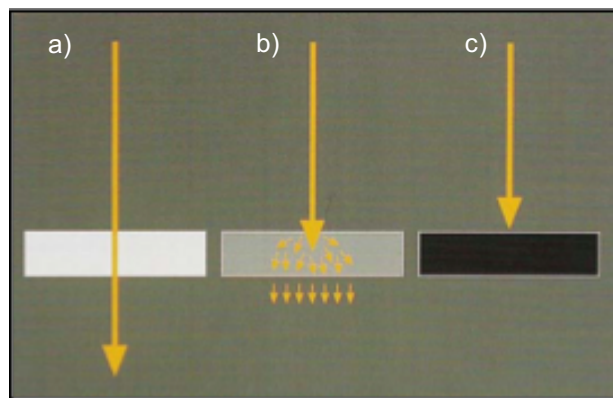


Figura 8. Cuerpos transparentes (a), translúcidos (b) y opacos (c) (Al-Ameedee, 2019).

En la figura 8 se observan flechas amarillas, que representan un haz de luz llegando a una superficie. En el caso del cuerpo transparente, la luz pasa a través de él sin cambiar su dirección. En el cuerpo translúcido, parte del haz de luz es absorbida, otra parte se dispersa y otra se refleja, haciendo que la luz que emerge tenga menos claridad. Los cuerpos opacos reflejan o absorben la luz incidente, sin permitir que la luz los atraviese ni se disperse.

Las diferentes regiones de los dientes se caracterizan por presentar diversos grados de translucidez, siendo el esmalte más translúcido que la dentina (Fondriest, 2003). Por ello, en la región cervical la translucidez es menor debido a que el esmalte es delgado y la dentina gruesa, lo que hace que las propiedades ópticas de la dentina influyan más en la percepción cromática, mientras que, en el tercio incisal, donde solo hay esmalte, el diente se vuelve translúcido y acromático (Fondriest, 2003; Lee, 2007).

La translucidez del diente también está influenciada por la edad del individuo. En un diente joven, el esmalte presenta un menor contenido mineral y es más grueso, lo que crea un efecto óptico de leve translucidez y alta luminosidad (Lee, 2007). Conforme pasan los años, el esmalte aumenta su contenido mineral y su estructura se desgasta debido al proceso fisiológico, lo que provoca una mayor translucidez, permitiendo que el color de la dentina se vuelva visible (Vichi y cols., 2004).

La translucidez de los materiales restauradores desempeña un papel crucial en su capacidad para imitar de manera fiel las características ópticas de los dientes naturales. Estos materiales no son completamente opacos ni transparentes, sino que exhiben diferentes grados de translucidez para simular las propiedades ópticas del sustrato dental (Arimoto y cols., 2010) y dar profundidad y vitalidad a las restauraciones (Sarmiento y cols., 2012). Actualmente, las resinas compuestas proporcionan una amplia variedad que permite crear efectos estéticos realistas (García y cols., 2011) siendo su selección fundamental para garantizar la apariencia natural y estética de las restauraciones dentales (Gargallo y cols., 2011).

3.4 Métodos de medición de translucidez

Para medir la translucidez en materiales dentales, se utilizan varios métodos, entre los cuales incluyen el espacio de color CIE Lab*, el parámetro de translucidez (TP) y el uso de un espectrofotómetro.

El espacio de color CIE Lab* permite una descripción precisa del color. Es un modelo de color tridimensional diseñado por la Comisión Internacional de Iluminación (CIE) para representar la percepción visual del color, donde el eje L* representa la luminosidad, y los ejes a* y b* los diferentes colores (Figura 9). Un espectrofotómetro es esencial en este proceso, ya que mide la cantidad de luz transmitida y reflejada por los cuerpos, proporcionando datos necesarios para calcular los valores CIE Lab*, permitiendo así una evaluación precisa y objetiva. Por último, el parámetro de translucidez (TP) se calcula comparando las diferencias en los valores CIE Lab* entre una muestra medida sobre un fondo blanco y la misma muestra sobre un fondo negro. Estos métodos combinados ofrecen una evaluación robusta y cuantificable de las propiedades ópticas de los materiales dentales (Yu y Lee, 2008; Arimoto y cols., 2010; Salas y cols., 2018).

3.4.1 Espacios de color CIE Lab*

La Comisión Internacional de Iluminación (CIE) es un organismo dedicado a la estandarización de los colores. Definió el color como una valoración objetiva de la fuente de luz, realizado por un observador estándar y capaz de calcularlo en coordenadas, representando cómo el sistema visual humano responde al color. En 1931, desarrolló el espacio de color CIE estándar, un sistema para especificar los estímulos cromáticos basándose en valores triestímulos de los tres colores primarios, a partir de los cuales se pueden generar todos los demás colores. Esto se logra mediante una representación axial en la que diferentes coordenadas representadas como: X (rojo), Y (verde), Z (azul) (Baltzer y Kaufmann, 2004).

Posteriormente, en 1976 desarrolló una nueva métrica para el espacio de color, bajo la abreviatura CIE L*a*b*, componiéndose de tres coordenadas:

1. La coordenada L^* se refiere a la luminosidad de un objeto, en el cual sus valores pasan de $L^* = 0$ (negro) a $L^* = 100$ (blanco) (Ragain, 2016).
2. La coordenada a^* indica la cromaticidad del eje rojo (a^* positivo) al verde (a^* negativo) (Ragain, 2016).
3. La coordenada b^* indica la cromaticidad del eje amarillo (b^* positivo) al azul (b^* negativo) (Ragain, 2016).

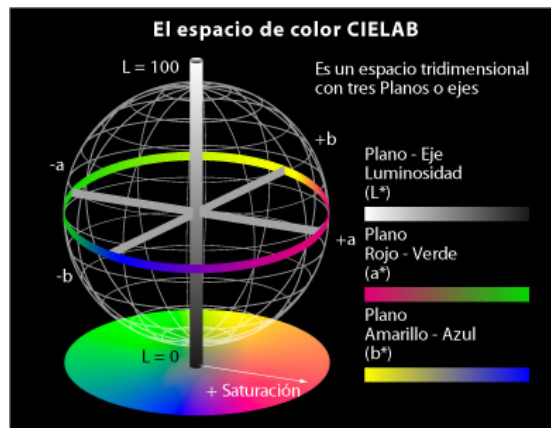


Figura 9. Espacio de color CIELAB (Ramírez y Escalona, 2010).

En este espacio, a través de la fórmula euclidiana de la diferencia entre dos puntos en el espacio, se puede calcular la diferencia entre dos colores de forma cuantitativa. Así, se determina el valor ΔE_{ab} , que corresponde a la diferencia entre los valores L^* , a^* , b^* entre 2 colores, obtenidos de acuerdo con la siguiente fórmula:

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

Figura 10. Fórmula euclidiana en el espacio de color CIELAB entre dos colores.

donde:

- ΔL corresponde a la diferencia en el valor L^* entre ambos colores ($L_2 - L_1$)
- Δa corresponde a la diferencia en el valor a^* entre ambos colores ($a^*_2 - a^*_1$)
- Δb corresponde a la diferencia en el valor b^* entre ambos colores ($b^*_2 - b^*_1$)

(Mokrzycki y Tatol, 2011).

Para determinar las coordenadas L^* , a^* , b^* en el espacio, se utiliza un espectrofotómetro. Los espectrofotómetros son instrumentos utilizados para medir

la cantidad y la composición espectral de la luz reflejada en todas las longitudes de onda visibles, proporcionando datos precisos sobre las propiedades ópticas del material dental. Este dispositivo emite una luz blanca que abarca un espectro de longitud de onda entre los 400 nm y 750 nm, iluminando el objeto a medir, y luego mide la longitud de onda reflejada por dicho objeto, expresando los resultados en la escala CIE Lab* (Paul y cols., 2004; Chu y cols., 2010).

Hay varios tipos de espectrofotómetros disponibles, que varían en su forma, tamaño y funcionalidad. Uno de estos dispositivos es el Vita Easyshade® (Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Alemania) (figura 11), el cual ha demostrado realizar mediciones precisas en comparación con otros espectrofotómetros (Kim y cols., 2009).



Figura 11. Espectrofotómetro Vita Easy Shade V® (Vita Zahn Fabrik, Alemania).

El uso de espectrofotómetros es reconocido como uno de los métodos de medición de color en odontología más precisos y útiles (Chu y cols., 2010).

3.4.2 Parámetro de translucidez

El parámetro de translucidez (TP) se refiere a la diferencia de color (ΔE_{ab}) observada en un mismo material, con un espesor definido, cuando se mide sobre un fondo negro y un fondo blanco (figura 12). Un material completamente opaco tendrá un TP de 0 (el color medido sobre el fondo negro y el blanco será igual, sin influencia del color de fondo), mientras que un material más translúcido tendrá un

TP mayor, ya que habrá mayor influencia del color del fondo en el color percibido (Salas y cols., 2018).

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

Figura 12. Fórmula del parámetro de translucidez (TP). El subíndice W se refiere a las coordenadas de color CIE sobre un fondo blanco y el subíndice B a aquellas sobre un fondo negro.

3.5 Resinas compuestas

Las resinas compuestas o composite son materiales sintéticos que están constituidos por diversos elementos. Sus propiedades físicas, mecánicas, estéticas y el comportamiento clínico dependen de su estructura, la que se ha ido modificando a lo largo de los años, para mejorar su resistencia, translucidez y color, con el fin de asemejarse a las piezas dentales naturales. Pueden ser empleados tanto en el sector anterior como posterior de la cavidad bucal (Loarte y cols., 2019).

Los composites están compuestos por:

- **Matriz orgánica:** fase continua formada por sistemas de monómeros que son diacrilatos alifáticos o aromáticos, como el Bis-GMA (bisfenol glicidil metacrilato) y el UDMA (uretano dimetil metacrilato), que son los más comúnmente empleados. Junto a estos componentes, la matriz resinosa contiene monómeros diluyentes necesarios para reducir la viscosidad de los monómeros de alto peso molecular como el Bis-GMA y UDMA. Entre los monómeros diluyentes más utilizados se encuentran los dimetacrilatos, como el TEGDMA (trietileno glicol dimetacrilato), que permite la incorporación de alto contenido de carga además de mejorar las características de manipulación del material final (Baratieri y Chain, 2001).

La translucidez de las resinas compuestas se ve directamente influenciada por la composición de su matriz orgánica. La variación en la estructura y el índice de refracción de los monómeros pueden influir significativamente en la manera en que la luz se transmite y se dispersa a través del material (Azzopardi y cols., 2009; Pereira y cols., 2021).

- **Relleno inorgánico:** fase dispersa constituida por partículas que proporcionan estabilidad dimensional a la matriz resinosa, con la finalidad de mejorar sus propiedades. Agregar estas partículas a la matriz, disminuye la contracción de polimerización, la absorción de agua y el coeficiente de expansión térmica, lo que resulta en un incremento en la resistencia a la tracción, compresión, abrasión, así como un aumento del módulo de elasticidad (mayor rigidez). Las partículas de relleno más comúnmente utilizadas son las de cuarzo o vidrio de bario, las cuales son producidas en variedad de tamaños mediante distintos métodos de fabricación, como pulverización, trituración o molido (Rodríguez y Pereira, 2008).

El relleno del composite modifica su comportamiento en su enfrentamiento a la luz. Los rellenos opacos absorben o reflejan la luz, reduciendo la translucidez del composite. Por otro lado, los rellenos vidriosos permiten una mejor transmisión de la luz, aumentando la translucidez del composite. Sin embargo, debido a la forma irregular del relleno, también pueden causar fenómenos de reflexión de la luz, generalmente irregulares, o refracción, afectando la translucidez. Las proporciones cuantitativas del relleno determinan si el composite es un material más o menos translúcido o más o menos opaco (Mousavinasab, 2011).

También, el índice de refracción de los componentes de la matriz orgánica y de los rellenos influye en su translucidez. Una buena coincidencia entre los índices de refracción de la matriz y los rellenos puede aumentar la translucidez del material, haciendo que las restauraciones dentales parezcan más naturales. Por el contrario, una gran discrepancia entre estos índices puede llevar a una mayor dispersión de la luz y a una apariencia más opaca del material (Azzopardi y cols., 2009; Pereira y cols., 2021).

- **Agente de acoplamiento:** es el responsable de unir las partículas de relleno y la matriz resinosa, mejorando las propiedades físicas y mecánicas, al facilitar la transferencia de tensiones de la fase que se deforma más fácilmente (matriz) a la fase más rígida (relleno). Además de esto, proporciona una estabilidad hidrolítica, al prevenir la entrada de agua en la

interfaz entre la resina y el relleno. Los agentes de acoplamiento son comúnmente conocidos como Silanos, los cuales, al ser moléculas bipolares, también contienen grupos metacrilatos que establecen conexiones covalentes con la resina durante el proceso de polimerización, asegurando así una interfaz resina/relleno adecuada (Baratieri y Chain, 2001).

- **Sistema iniciador/activador:** Los procesos de polimerización pueden variar, por lo tanto, es necesario un estímulo externo para catalizar la reacción, en este caso de radicales libres. En las resinas fotopolimerizables, el estímulo es una alfa dicetona (canforquinona) combinada con una amina alifática terciaria, mientras que, en las resinas autopolimerizables, el estímulo es el peróxido de benzoilo mezclado con una amina terciaria aromática para formar los radicales libres (Loarte y cols., 2019).
- **Inhibidores de la polimerización:** estos componentes impiden que exista una rápida polimerización del material y extienden la vida de almacenamiento de las resinas compuestas, a su vez que se mantenga en estado semi sólido, aumentando el tiempo de trabajo. Los compuestos más utilizados son benzoquinona y el éter mono metílico de hidroquinona (Loarte y cols., 2019).

3.5.1 Sistemas de resinas compuestas

A lo largo del tiempo, las resinas compuestas han sido categorizadas de diversas maneras para facilitar su reconocimiento y su aplicación clínica. Una clasificación que sigue siendo relevante es la presentada por Lutz y Phillips, el que divide las resinas compuestas según el tamaño y la distribución de las partículas de relleno en: convencionales o macrorelleno (partículas de 10 a 50 μm), microrelleno (partículas de 0,01 a 0,05 μm) y resinas híbridas (contienen rellenos de distintos tamaños) (Rodríguez y Pereira, 2008).

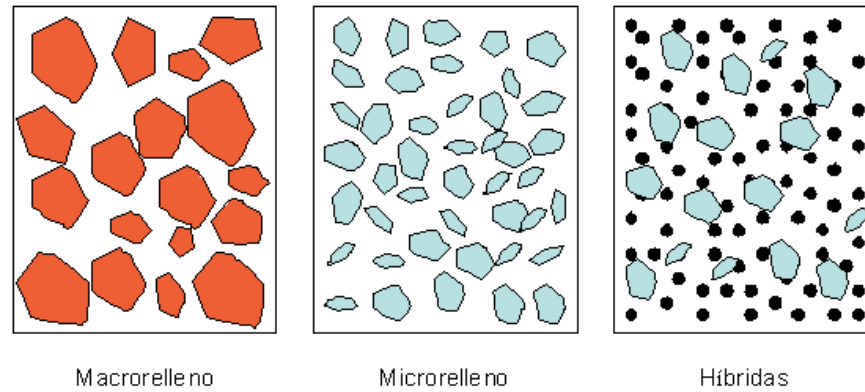


Figura 13. Clasificación de las resinas compuestas de Lutz y Phillips (Rodríguez y Pereira, 2008).

La reducción en el tamaño de las partículas de relleno permite mejorar las propiedades mecánicas y ópticas, generando resinas compuestas más translúcidas y con mayor capacidad de pulido, por ende, más estéticas (Mitra y cols., 2003; Rodríguez y Pereira, 2008). Esto ha llevado a la creación de sistemas con partículas de relleno, desde los microhíbridos que contienen micropartículas hasta los más actuales que incluyen nanopartículas, donde las más recientes son las resinas de nanorrelleno y nanohíbridas. Cuando investigamos el tamaño de partícula específico de estos sistemas de resinas, descubrimos que hay diferentes valores utilizados para categorizarlos, los cuales varían según el autor (Ferracane, 2011; Randolph y cols., 2016; Wang y cols., 2021).

3.5.1.1 Sistema de resinas compuestas Filtek Z350 XT (3M-ESPE)

El sistema de resinas compuestas Filtek Z350 XT (3M-ESPE, St. Paul, MN, USA) es un sistema de resinas fotopolimerizables con relleno de tamaño nanométrico, con partículas que se agrupan formando nanocluster, diseñado para ser utilizado en restauraciones anteriores o posteriores. Está disponible en un amplio rango de colores y opacidades (dentina, esmalte, cuerpo y translúcidos) que se combinan para realizar reconstrucciones en técnica de una sola opacidad, opacidad dual, y estratificación completa. El tamaño del relleno les confiere un brillo y estética mayor que el resto de los composites, mientras los nanocluster producen una integridad

estructural ofreciendo un composite con gran resistencia a la fractura y al desgaste (3M, 2015).

3.5.1.2 Sistema de resinas compuestas ENA HRi (Micerium)

El sistema de resina ENA HRi (Micerium, Avegno, Italia), es un composite radiopaco fotopolimerizable nanohíbrido, para restauraciones estéticas directas e indirectas en áreas anteriores y posteriores. Se encuentra disponible en 3 tonos de esmalte denominados UE, por “universal enamel” y 9 en dentina como UD por “universal dentine”. Este sistema de resina compuesta posee diferente composición de relleno en sus tonos de esmalte y dentina, variando el tamaño y volumen entre ellos. Además, los tonos de esmalte tienen el mismo índice de refracción que el diente natural y la misma alta luminosidad que el esmalte. Los tonos de dentina tienen un alto brillo y están calibrados para igualar la fluorescencia y opacidad de la dentina natural (ENA HRi Esthetic Restorative System-Instructions for Use Function Ena HRi, n.d).

3.5.2 Estratificación de resinas compuestas

A pesar de la variedad de materiales existentes, no es fácil elegir el color al momento de realizar una restauración. Se debe considerar la armonización con los dientes adyacentes y la dentina restante, y en el caso de que el tono de la estructura dental cambie severamente, las restauraciones se ven afectadas. Esto hace que resulte en un tono gris, diferente al color de los dientes adyacentes, y no permite el esquema deseado. Para minimizar el efecto de color de fondo y dar naturalidad a la restauración, se aplica la técnica de estratificación utilizando generalmente resina compuesta de tono opaco como material de respaldo (Mooney y barrancos, 2015). En esta, materiales más translúcidos se colocan sobre las resinas opacas, para crear profundidad dentro de la restauración y evitar que el color solo se vea en la superficie. Esta técnica es de importancia debido a que la apariencia final obtenida no sólo se presenta por la capa final de la restauración, sino que el conjunto de incrementos y volúmenes de las diferentes masas se complementan para brindar

un efecto y apariencia natural, por lo tanto, todos los tonos utilizados deben considerarse previamente para conseguir el objetivo final desde el primer incremento de resina en lo más profundo de la cavidad (Sarmiento y cols., 2012).

También se deben considerar los espesores de los incrementos, Kamishima y cols, evaluaron la translucidez de dos compuestos de resina en diferentes espesores (0,5 mm, 1,0 mm, 2,0 mm, 3,0 mm y 4,0 mm) y encontraron que, independientemente del tono, la translucidez aumentaba exponencialmente a medida que disminuía el espesor. Ikeda y cols, evaluaron el parámetro de translucidez y la capacidad de enmascaramiento de tres composites en espesores de 1 mm y 2 mm. Concluyeron que sólo 2 mm de espesor podían proporcionar la opacidad necesaria para ocultar el fondo oscuro. Kim y cols, evaluaron el espesor adecuado de seis resinas compuestas de tono opaco para fondos negros y grises. Informaron que un fondo C4 estaba cubierto por espesores de resina de 0,5 mm a 1 mm, mientras que un fondo negro requería un espesor de 1 mm a 2 mm. Las propiedades de las resinas compuestas, producidas por diferentes fabricantes, son específicas del material. Por lo tanto, se debe investigar por separado las marcas de resinas compuestas disponibles en el mercado (Ikeda y cols., 2004; Kamishima y cols., 2005; Kim y cols., 2009; Darabi y cols., 2014).

4. HIPÓTESIS

La translucidez de los sistemas de resina Filtek Z350 XT y ENA HRi varía al modificar el espesor de las capas de los diferentes estratos.

5. OBJETIVO GENERAL

Comparar la translucidez de dos sistemas de resina compuesta diferentes y con diferentes combinaciones de sus opacidades.

6. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Determinar la translucidez inicial y a las 24 horas del sistema de resinas Filtek Z350 XT, combinando sus estratos en distintos espesores.
2. Determinar la translucidez inicial y a las 24 horas del sistema de resinas ENA HRi, combinando sus estratos en distintos espesores.
3. Comparar la translucidez de las distintas combinaciones de opacidades en el tiempo inicial y a las 24 horas de la resina Filtek Z350 XT.
4. Comparar la translucidez de las distintas combinaciones de opacidades en el tiempo inicial y a las 24 horas de la resina ENA HRi.
5. Comparar translucidez inicial y a las 24 horas de los sistemas de resinas Filtek Z350 XT y 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 α de 5%, un poder estadístico (1- error β) de 0,9. Esto dio 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 utilizando dos sistemas de resinas compuestas diferentes:

- Filtek Z350 XT (3M-ESPE, St. Paul, MN, USA) con materiales para esmalte, body y dentina.



Figura 14. Tonos A2 dentina, body, esmalte de Filtek Z350 XT.

- ENA HRi (Micerium, Avegno, Italia), con materiales para esmalte y dentina.



Figura 15. Tonos UE2 y UD2 de ENA HRi.

La composición química, los fabricantes, los tonos y el lote de los materiales empleados en este estudio se especifican en la Tabla 1.

Un equipo de operadores calibrados rigurosamente utilizó matrices divididas acero inoxidable de 1,5mm, 1,0mm o 0,5mm y 11mm de diámetro (Figura 15) para la elaboración de las muestras combinando distintos espesores de opacidades de cada sistema de resina.



Figura 16. Matrices divididas de acero inoxidable de 1,5mm, 1,0mm y 0,5mm, respectivamente.

Tabla 1. Información y composición de los sistemas de restauración proporcionado por los fabricantes.

Sistema de restauración	Composición	Fabricante	Tono	Lote
Filtek Z350 XT	-Matriz: BIS-GMA, UDMA, TEGDMA, BIS-EMA, PEGDMA, BHT. -Relleno: <ul style="list-style-type: none"> • 63.3% volumen y 78.5% por peso. • 20 nm sílice. • 4 - 11nm zirconio. • nanoclusters de 0,6 – 1,4 µm silicio/zirconio. 	3M-Espe, St. Paul, MN, USA.	A2E	NE81253
			A2B	NE77703
			A2D	NE65861
ENA HRI	Esmalte: -Matriz: BIS-GMA, UDMA, Butandioldimetacrilato. -Relleno <ul style="list-style-type: none"> • 68% volumen y 80% en peso. • Relleno vítreo: dimensión media 1,0 µm. • Nano óxidos de zirconio (12%): dimensión media 20 nm. Dentina: -Matriz: BIS-GMA, UDMA, Butandioldimetacrilato. -Relleno: <ul style="list-style-type: none"> • 53% en volumen y 75% en peso. • Relleno vítreo: dimensión media 0,7 µm. • Bióxido de silicio a alta dispersión dimensión media de las partículas 0,04 µm. 	Micerium, Avegno, Italia.	UE2	2022005004
			UD2	2022003256

Se prepararon muestras de 1,5 mm de espesor y 11 mm de diámetro, combinando distintos espesores de materiales de cada fabricante, siguiendo el siguiente esquema:

1. **Muestras de una sola capa (SE):** Se prepararon sobre una matriz de 1,5 mm de espesor. La resina se colocó en un solo incremento y la superficie superior se aplanó con tiras de Mylar y placas de vidrio.
2. **Muestras de doble capa (DE):** Usando las matrices de 0,5 mm o 1,0 mm, se prepararon discos de 0,5 mm o 1,0 mm de espesor de resina compuesta dentina (D) o body (B) (solo Filtek Z350 XT), a partir de un incremento de resina que se fotopolimerizó. Este disco se colocó dentro de la matriz de 1,5 mm de espesor y la cavidad resultante (1,0 o 0,5 mm) se completó con resina de esmalte (E) o body (B) (solo Filtek Z350 XT) de la misma marca y se fotopolimerizó.
3. **Muestras de triple capa (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 que se fotopolimerizó. Este disco se colocó dentro de una matriz de 1,0 mm de espesor y la cavidad resultante (0,5 mm) se completó con resina body (B) y se fotopolimerizó. Luego, este disco de 1,0 mm se colocó dentro de una matriz de 1,5 mm de espesor y la cavidad resultante (0,5 mm) se completó con resina de esmalte (E) y se fotopolimerizó.

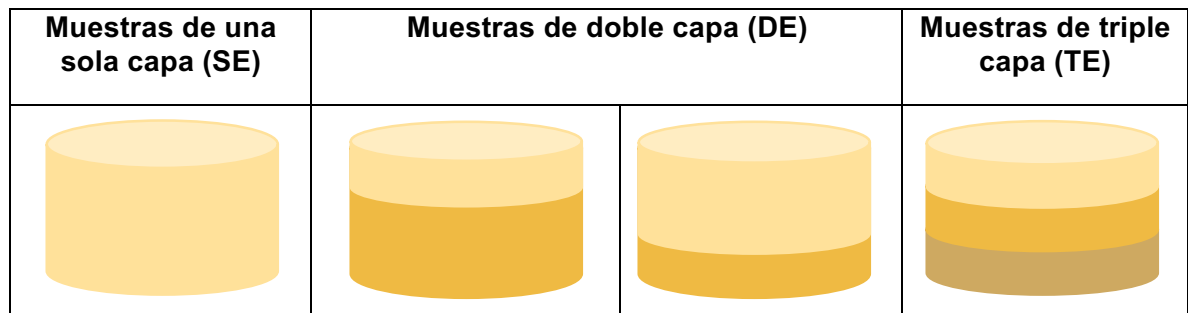


Figura 17. Representación de las muestras de SE, DE y TE de las diferentes combinaciones.

Cada capa de resina se fotopolimerizó durante 20 segundos con una lámpara LED con irradiancia de 1200 mW/cm² (Elipar DeepCure-L, 3M-ESPE). Se prepararon 70 muestras de resina compuesta en forma de disco, divididas en 14 grupos (n=5) para

considerar todas las posibles combinaciones de colores de capas de cada sistema restaurador, incluidas las muestras SE, muestras DE y TE (Tabla 2).

Tabla 2. 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)
Filtek Z350 XT (3M)	A2E: A1 Enamel (E) A2B: A2 Body (B) A2D: A2 Dentin (D)	1,5 mm E (SE)
		1,5 mm B (SE)
		1,5 mm D (SE)
		0,5 mm B + 1,0 mm E (DE)
		0,5 mm D + 1,0 mm E (DE)
		0,5 mm D + 1,0 mm B (DE)
		1,0 mm B + 0,5 mm E (DE)
		1,0 mm D + 0,5 mm E (DE)
		1,0 mm D + 0,5 mm B (DE)
		0,5mm D + 0,5 mm B + 0,5 mm E (TE)
ENA HRi (Micerium)	UE2: Universal Enamel 2(E) UD2: Universal Dentin 2 (D)	1,5 mm E (SE)
		1,5 mm D (SE)
		0,5 mm D + 1,0 mm E (DE)
		1,0 mm D + 0,5 mm E (DE)

7.4 Medición del color

Las mediciones se realizaron con un espectrofotómetro de punto (Vita Easyshade, VITA Zahnfabrik, H. Rauter GmbH & Co. KG). El dispositivo se calibró de acuerdo a las instrucciones del fabricante antes de proceder con las mediciones de color.

El color se midió colocando las muestras sobre un fondo negro y un fondo blanco, utilizando tarjetas de calibración fotográfica Opteka (Opteka BDWH1 9' X 13' White/Black Muslin Professional Background). Se aplicó un medio de acoplamiento (glicerina) entre la muestra y la tarjeta de fondo para simular las condiciones de

evaluación del color del entorno oral. A continuación, se realizaron las mediciones sobre cada fondo.



Figura 18. Representación de la disposición de los distintos sistemas de resina compuesta sobre el fondo negro y blanco.

Las muestras se almacenaron en agua destilada a 37°C en una incubadora Cultura (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) durante 24 horas, para obtener translucidez, luminosidad y conversión de canforquinona adicionales del compuesto, y se volvió a medir el color luego de 24 horas.

Todas las mediciones de color siguieron el patrón de estratificación clínica, con las capas de esmalte hacia arriba. Los grupos con combinaciones de colores body y dentina se trataron de la misma manera, colocando la capa de color body hacia la superficie para la lectura del color. Para cada muestra, se registraron los valores L^* , a^* y b^* de cada lectura de fondo.

7.5 Determinación de la translucidez

El Parámetro de Translucidez (TP) se obtuvo determinando la diferencia de color entre la muestra sobre un patrón blanco y la muestra sobre un patrón negro usando la siguiente ecuación:

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

Figura 19. Fórmula del parámetro de translucidez (TP).

El subíndice W se refiere a las coordenadas de color CIE sobre un fondo blanco y el subíndice B se refiere a aquellas sobre un fondo negro.

7.6 Análisis estadístico

El análisis estadístico se llevó a cabo utilizando el software SPSS 16.0. Se analizaron los valores medios de TP. Se utilizaron las pruebas estadísticas de Shapiro-Wilk para evaluar la distribución de los datos. Con base en estos resultados, se determinó el uso de pruebas paramétricas o no paramétricas para comparar los datos obtenidos. Se consideraron estadísticamente significativos los valores de $p < 0,05$.

8. RESULTADOS

Todos los datos se distribuyeron de forma normal, por lo que el análisis estadístico se realizó con pruebas paramétricas, T de Student y ANOVA y post hoc Tukey.

Tabla 3. Translucidez inicial y a las 24 horas de las distintas combinaciones en resina compuesta Filtek Z350 XT y ENA HRi, expresadas como promedio (\bar{X}) y desviación estándar (σ).

Sistemas	Combinaciones de estratificaciones	n	Inicial		24 horas		Prueba T
			\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	
Filtek Z350 XT	1,5 mm E	5	28,12	1,39	14,55	2,63	0,000
	1,5 mm B	5	25,99	1,36	13,02	2,07	0,000
	1,5 mm D	5	13,93	2,48	11,99	5,87	0,382
	0,5 mm B + 1,0 mm E	5	30,93	9,90	13,81	0,91	0,016
	0,5 mm D + 1,0 mm E	5	20,32	1,29	9,40	1,07	0,000
	0,5 mm D + 1,0 mm B	5	20,13	1,65	14,03	4,33	0,010
	1,0 mm B + 0,5 mm E	5	26,56	1,05	13,56	0,82	0,000
	1,0 mm D + 0,5 mm E	5	18,27	0,94	10,19	3,98	0,005
	1,0 mm D + 0,5 mm B	5	15,62	0,92	8,37	1,47	0,000
0,5 mm D + 0,5 mm B + 0,5 mm E	5	21,26	0,66	12,34	1,70	0,000	
ENA HRi	1,5 mm E	5	-	-	-	-	-
	1,5 mm D	5	33,83	0,96	19,85	1,66	0,000
	0,5 mm D + 1,0 mm E	5	24,45	2,38	23,97	5,01	0,733
	1,0 mm D + 0,5 mm E	5	22,53	2,26	23,07	3,07	0,712

La tabla muestra la translucidez de las diferentes combinaciones de los estratos de las dos marcas de resinas compuestas inicialmente y a las 24 horas.

En el caso de Filtek Z350 XT, en la mayoría de las muestras hubo una disminución de la translucidez luego de 24 horas de realizadas. La excepción fueron las muestras de 1,5mm D donde la translucidez se mantuvo estable en el tiempo.

Para ENA HRI, solo en las muestras de 1,5mm D cambió su translucidez, mostrando una disminución en las primeras 24 horas. En el resto de las combinaciones la translucidez se mantuvo en el tiempo. En el caso de las muestras de 1,5mm E no fue posible medir su translucidez con el espectrofotómetro.

Figura 20 y 21. Translucidez inicial y a las 24 horas de las distintas combinaciones del sistema de resina compuesta Filtek Z350 XT. Letras diferentes sobre las columnas indican que hay diferencia estadísticamente significativa entre los grupos ($p < 0,05$) y letras iguales indican que no existe diferencia estadísticamente significativa entre los grupos.



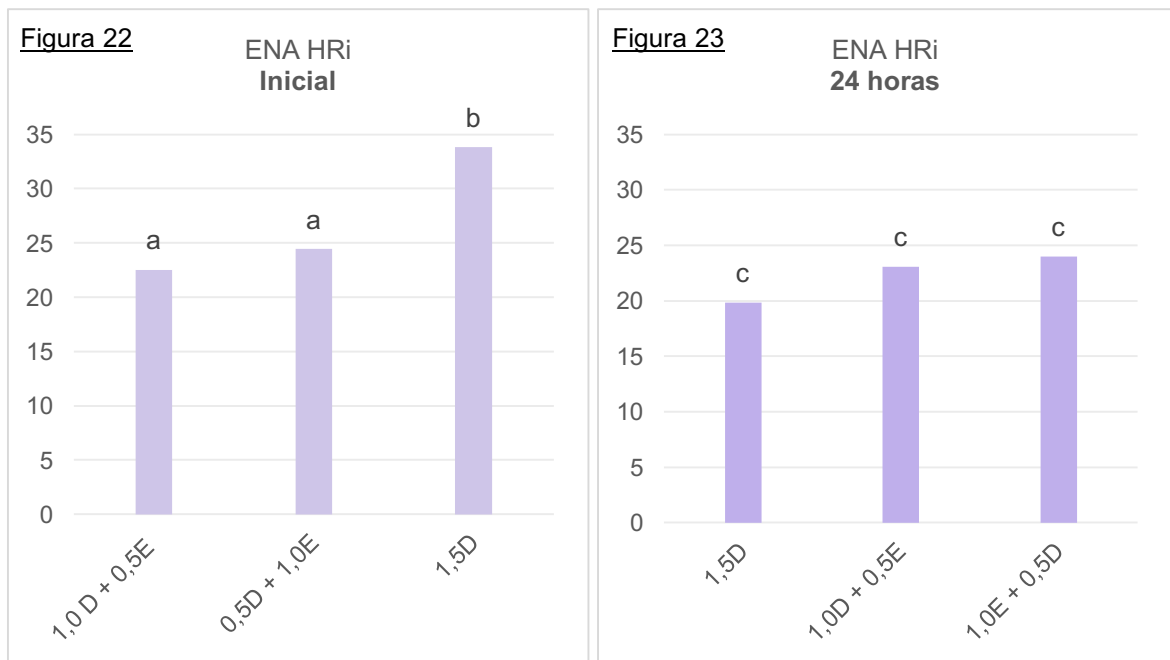
Al comparar la translucidez inicial (Figura 20) de las distintas combinaciones de los estratos de Filtek Z350 XT, nos encontramos con que:

- La muestra con menor translucidez fue 1,5mm D, siendo similar a las muestras de doble estratificación que tienen dentina.
- Todas las muestras de doble estratificación que contienen dentina poseen una translucidez similar.

- La muestra con mayor translucidez fue 0,5mm B + 1mm E, siendo similar a las muestras que no contienen dentina.

A las 24 horas (Figura 21) se observa que todas las combinaciones de Filtek Z350 XT muestran una translucidez similar.

Figura 22 y 23. Translucidez inicial y a las 24 horas de las distintas combinaciones del sistema de resina compuesta ENA HRi. Letras diferentes sobre las columnas indican que hay diferencia estadísticamente significativa entre los grupos ($p < 0,05$) y letras iguales indican que no existe diferencia estadísticamente significativa entre los grupos.

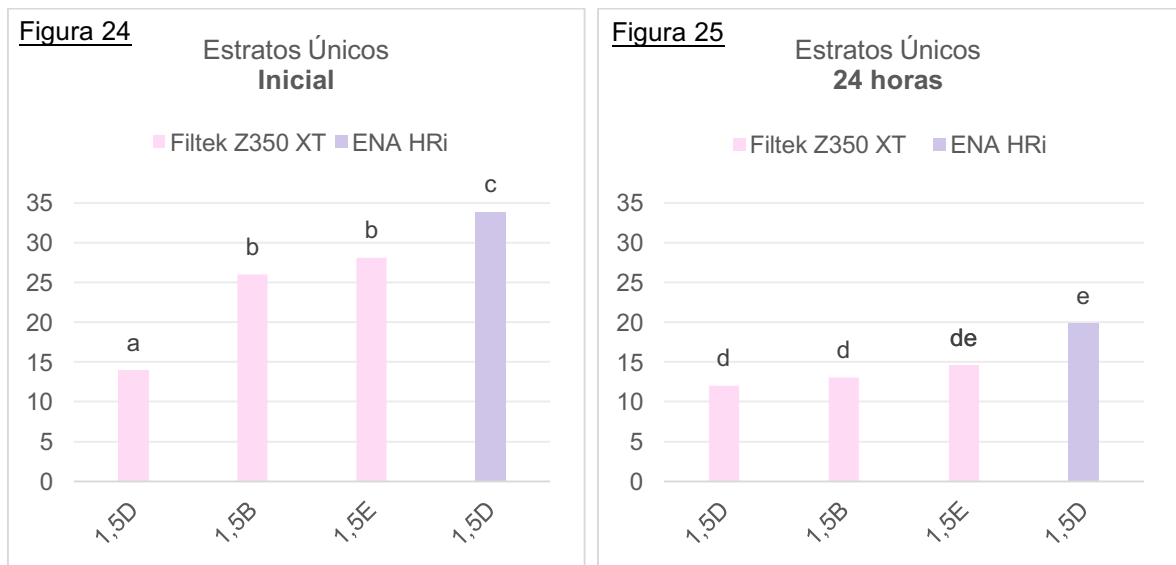


Al comparar la translucidez inicial (Figura 22) de las distintas combinaciones de los estratos de ENA HRi, nos encontramos con que:

- La muestra de estrato único 1,5mm D presenta mayor translucidez que las muestras de estratos combinados.
- Todas las muestras de estratos combinados 0,5mm E + 1,0mm D y 1,0mm E + 0,5mm D presentan translucidez similar, comportándose estadísticamente igual.

A las 24 horas (Figura 23) todas las combinaciones de ENA HRi tuvieron una translucidez similar, sin diferencia estadísticamente significativa entre ellas.

Figura 24 y 25. Translucidez inicial y a las 24 horas de estratos únicos en ambos sistemas de resina compuesta. Letras diferentes sobre las columnas indican que hay diferencia estadísticamente significativa entre los grupos ($p < 0,05$) y letras iguales indican que no existe diferencia estadísticamente significativa entre los grupos.



Al comparar la translucidez inicial (Figura 24) de los estratos únicos de Filtek Z350 XT y ENA HRi, nos encontramos con que:

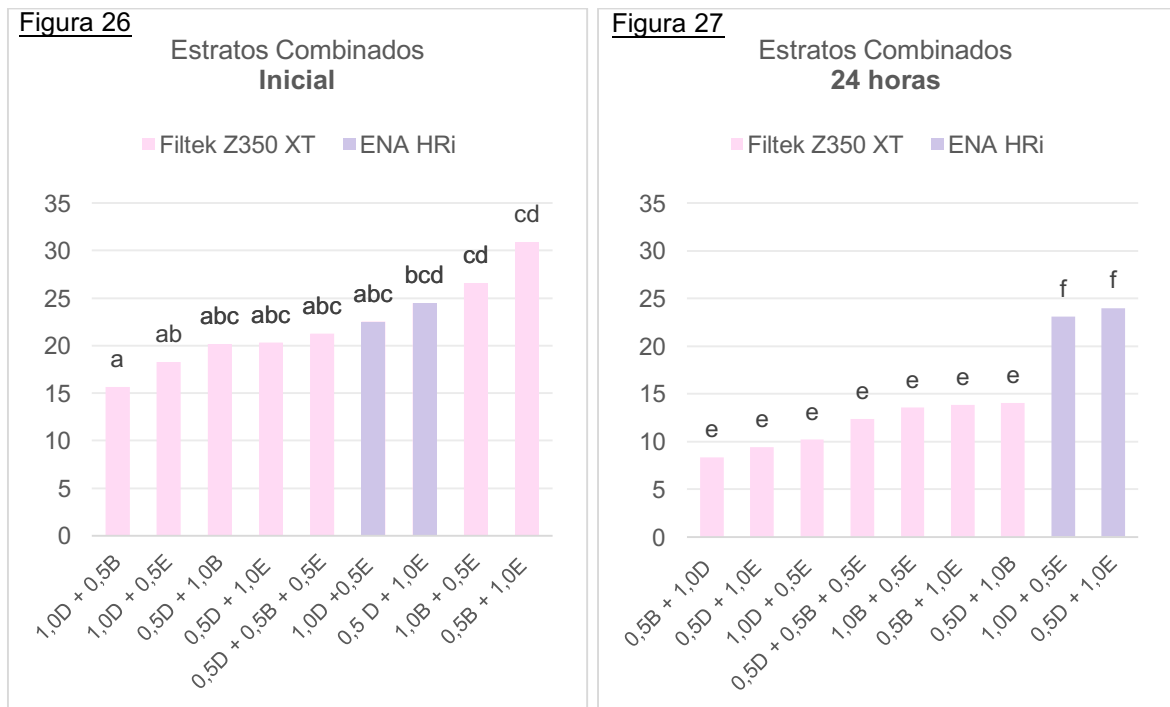
- La muestra 1,5mm D de ENA HRi presenta la mayor translucidez, mientras que la muestra 1,5mm D de Filtek Z350 XT muestra la menor translucidez.
- Las muestras de 1,5mm E y 1,5mm B de Filtek Z350 XT presentan una translucidez similar.

Al comparar la translucidez a las 24 horas (Figura 25) de los estratos únicos de Filtek Z350 XT y ENA HRi, nos encontramos con que:

- La muestra de 1,5mm D de ENA HRi presenta la mayor translucidez, similar a la muestra de 1,5mm E de Filtek Z350 XT.

- Las muestras de 1,5mm D, 1,5mm B y 1,5mm E de Filtek Z350 XT muestra la menor translucidez.

Figura 26 y 27. Translucidez inicial y a las 24 horas de estratos combinados en ambos sistemas de resina compuesta. Letras diferentes sobre las columnas indican que hay diferencia estadísticamente significativa entre los grupos ($p < 0,05$) y letras iguales indican que no existe diferencia estadísticamente significativa entre los grupos.



Al comparar la translucidez inicial (Figura 26) de los estratos combinados de Filtek Z350 XT y ENA HRi, nos encontramos que:

- Las muestras de Filtek Z350 XT que no contienen dentina presentan mayor translucidez, siendo similares a la muestra de ENA HRi con 0,5mm de dentina.
- Las muestras de Filtek Z350 XT que contienen dentina presentan menor translucidez, siendo similares a la muestra de ENA HRi con 1,0mm de dentina.

Al comparar la translucidez a las 24 horas (Figura 27) de los estratos combinados de Filtek Z350 XT y ENA HRi, nos encontramos con que:

- Todas las combinaciones de Filtek Z350 XT mostraron una translucidez similar y menor en comparación con ENA HRi.
- Las combinaciones de ENA HRi presentaron mayor translucidez y se mantuvieron estadísticamente iguales entre sí.

9. DISCUSIÓN

El presente estudio determinó y comparó la translucidez de dos distintos sistemas de resina compuestas, con distintas distribuciones de sus estratos. Se compararon los sistemas dentro de la misma marca y luego entre ambos.

En primer lugar, es fundamental destacar que no fue posible medir las muestras de esmalte de ENA HRi, debido a que eran tan translúcidas que se veían influenciadas por el fondo negro y arrojaban error. Si bien el fabricante explica que el espectrofotómetro puede medir todo el espectro de luz visible y asociar los colores a una escala de Vita Classic, al colocar la muestra sobre un fondo negro, la alta translucidez del esmalte hace que se escape de los colores naturales de los dientes y se produzcan errores en la medición (Tabatabaian y cols., 2021).

Los resultados obtenidos de Filtek Z350 XT en su translucidez inicial coinciden con los de Morel y colaboradores, quienes investigaron cómo los diferentes grosores de resinas compuestas de dentina y esmalte afectan la translucidez y la capacidad de enmascaramiento. Los resultados mostraron que capas más gruesas de dentina reducían la translucidez, mientras que capas más gruesas de esmalte la aumentaban. Este estudio subraya la importancia de la técnica de estratificación para lograr un equilibrio estético adecuado en las restauraciones dentales. Asimismo, al comparar las distintas combinaciones de estratificación de ambos sistemas de resinas compuestas utilizados, inicialmente todas las muestras de Filtek Z350 XT que no contienen dentina y las muestras de ENA HRi con 0,5mm de dentina presentaron mayor translucidez, en cambio, todas las muestras de Filtek Z350 XT que contienen dentina y las de ENA HRi con 1,0mm de dentina presentaron menor translucidez. Esto indicaría que el aumento del grosor en la capa de dentina influye directamente en la translucidez (Morel y cols., 2024).

Por otra parte, en el sistema de resina ENA HRi, las muestras de estrato único inicialmente presentaron mayor translucidez que las muestras de estratos combinados. Esto podría explicarse con el estudio de Horie y colaboradores,

quienes concluyeron que las resinas compuestas en estratos combinados exhiben una transmisión de luz en línea recta reducida y una transmisión de difusión aumentada en comparación con las resinas compuestas de estrato único, lo que afecta su translucidez. Este efecto podría deberse a la dispersión de la luz en una zona de interdifusión entre capas, donde la falta de relleno permite una mayor atenuación de la luz hacia los estratos más profundos, resultando en una menor translucidez en las estratificaciones en comparación con los de estratos únicos (Horie y cols., 2012).

Cuando se comparan las diferentes combinaciones utilizadas dentro de la misma marca, tanto Filtek Z350 XT como ENA HRi muestran una translucidez similar a las 24 horas. Esta tendencia según Souza y colaboradores, se explica porque después de 24 horas de fotoactivación, la translucidez de las resinas compuestas se estabiliza debido a la polimerización continua de los radicales libres con los monómeros residuales, lo que estabiliza las propiedades mecánicas y ópticas del material, logrando el resultado obtenido (Souza y cols., 2021). Además, otros estudios han demostrado que las resinas compuestas experimentan cambios en su color y translucidez después de la polimerización inicial, y que este proceso continúa durante una posterior fase oscura de polimerización, lo cual es crucial para alcanzar la conversión completa de monómeros a polímeros. Esto implica que la translucidez final de la restauración puede variar con el tiempo y no necesariamente coincidir con lo observado en las primeras horas. Sin embargo, se estima que tras transcurrir 24 horas se completa el proceso de polimerización (Janda y cols., 2005; Çelik y cols., 2011; Moradas y Álvarez, 2017).

Al comparar la translucidez de los estratos únicos entre ambas marcas, encontramos que, a las 24 horas, 1,5mm E de Filtek Z350 XT se comporta de manera similar que 1,5mm D de ENA HRi. En un estudio de opacidad y translucidez de diferentes resinas compuestas, Sarmiento y colaboradores, obtuvieron que los tonos presentados como dentina en algunas marcas y como esmalte en otras mostraron un comportamiento similar entre sí en cuanto al paso de luz por la muestra. Esto significa que, según los datos obtenidos, las dentinas de algunas

marcas se comportan como esmalte de otras, y viceversa. Aunque en este estudio se incluyó únicamente Filtek Z350 XT y no ENA HRi, se observó un comportamiento similar entre esmalte y dentina al compararlo con otras marcas (Sarmiento y cols., 2012).

También se observó, al comparar ambas marcas, que los estratos únicos, tanto inicialmente como a las 24 horas, presentan mayor translucidez en ENA HRi que en Filtek Z350 XT, y que las muestras de dentina se sitúan en los extremos opuestos. En los estratos combinados, la misma tendencia se mantiene a las 24 horas, con una mayor translucidez en todas las muestras de ENA HRi y una menor en las muestras de Filtek Z350 XT. En este sentido, el mejor rendimiento de las combinaciones de ENA HRi en comparación con Filtek Z350 XT puede atribuirse a las diferencias en la composición de relleno y matriz de ambos sistemas de resina (Azzopardi y cols., 2009). Para ENA HRi, el fabricante indica que este sistema posee diferente composición de relleno en sus tonos de esmalte y dentina, variando tanto en peso (80% esmalte y 75% dentina) como en volumen (68% esmalte y 53% dentina). También hay diferencias en el contenido de partículas, donde el esmalte contiene zirconio (20 nm) y la dentina sílice (0.04 μm). En el caso de Filtek Z350 XT, el fabricante no especifica diferencias en la composición del relleno entre sus tonos disponibles de esmalte, body y dentina, proporcionando la misma información para todos. Filtek Z350 XT tiene un relleno de 63.3% en volumen y 78.5% en peso, con partículas de sílice (20 nm) y zirconio (4-11 nm). Sin embargo, para ambos sistemas de resina, los fabricantes señalan que existe una diferencia de translucidez entre sus resinas, siendo ésta mayor en el esmalte que en la dentina (Micerium S.p.A, 2012; 3M, 2015).

A partir de esto, podemos inferir que las diferencias en el tipo de relleno, la cantidad de volumen, el peso o las partículas de cada sistema de resina generan las variaciones en la translucidez. Por un lado, Hong y colaboradores, estudiaron las propiedades mecánicas de resinas compuestas nanohíbrida que contienen diversas fracciones de partículas de zirconio, obteniendo en sus resultados que los nano o microrellenos de zirconio redujeron la translucidez de los compuestos de resina nanohíbridos. Es decir, el índice de refracción de las partículas de zirconio no es

favorable para la translucidez en comparación con las características de las partículas de sílice. Esto se relaciona con el presente estudio, debido que ENA HRI no posee partículas de zirconio en su relleno dentinario, en cambio, Filtek Z350 XT posee tanto partículas sílice, como de zirconio (Hong y cols., 2020).

Por otro lado, ambos sistemas de resina compuesta contienen BIS-GMA en su matriz, sin embargo, la cantidad que poseen puede influir en la translucidez. Según Azzopardi y colaboradores, las resinas compuestas con relleno de sílice se ven significativamente afectadas por la composición de la matriz, y existe una relación lineal entre la translucidez y el porcentaje de BIS-GMA utilizado (Azzopardi y cols., 2009). Estudios de Inokoshi y colaboradores señalan que una menor diferencia en el índice de refracción entre la matriz y el relleno resulta en una mayor translucidez de la resina compuesta. Esto se debe a que, en la interfaz de estos componentes, se producen múltiples refracciones y reflexiones de la luz, y el BIS-GMA tiene un índice de refracción más cercano al del relleno (Inokoshi y cols., 1996).

Además, Johnston y Reisbick., informaron que la translucidez de los materiales restauradores estéticos se ven afectados por los pigmentos u otros productos químicos que se agregan, lo que también se puede asociar a las diferencias observadas en el presente estudio. Como es sabido, el contenido específico de cada sistema de resina compuesta se considera un secreto comercial y los fabricantes no lo mencionan (Johnston y Reisbick, 1997; Paravina y cols., 2008; Korkut y cols., 2023).

Hasta el momento no se ha cuantificado el grado de translucidez entre las diferentes resinas compuestas disponibles en el mercado y en distintos espesores. Los perfiles técnicos de las marcas no proporcionan información clara sobre el comportamiento de sus productos con esta variable. Comprender cómo una resina se comporta en términos de translucidez es esencial para que el clínico logre restauraciones que se integren ópticamente, garantizando el éxito clínico y satisfaciendo las demandas estéticas del paciente.

Esto subraya la importancia del presente estudio, que tiene como propósito evaluar la translucidez de dos sistemas de resina compuesta en diferentes combinaciones de sus capas, sirviendo como referencia tanto para los clínicos como para futuros estudios. Al aplicar estos resultados en el entorno clínico, se podría pensar que ENA HRi independiente de la combinación de sus estratos, al ser más translúcida que Filtek Z350 XT, la hace más adecuada para casos de pacientes que presentan dientes con efectos ópticos marcados y requieran de características estéticas. Por otra parte, en casos que se requieran replicar dientes más opacos o enmascarar fondos desfavorables, se recomendaría utilizar Filtek Z350 XT.

9.1 Estudios futuros

En este estudio no se pudo determinar el TP de todas las muestras, por lo que se recomienda utilizar espectrofotómetros de mayor rango de medición de color en futuros estudios.

Además, dado que se observó un cambio en la translucidez a las 24 horas, sería relevante realizar un seguimiento durante un período más prolongado para determinar si se producen otros cambios con el tiempo.

9.2 Limitaciones

Una de las principales limitaciones de este estudio fue la imposibilidad de medir correctamente el color en las muestras más translúcidas de ENA HRi por limitación del instrumental de medición.

10. CONCLUSIÓN

Basado en los resultados del presente estudio, se puede concluir que el sistema de resina Filtek Z350 XT mostró una disminución significativa en la translucidez, mientras que ENA HRi mantuvo su translucidez similar en el tiempo. Ambos sistemas de resina compuesta mostraron diferencias de translucidez entre sí, pero se comportaron de manera similar en todas sus combinaciones dentro de la misma marca. Por lo tanto, la distribución de los estratos de las diferentes combinaciones no tiene relación directa con la translucidez, sino que este parámetro óptico se ve afectado por la composición propia de cada material. Por ende, la hipótesis se rechaza.

11. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS

3M. (2015). Filtek Z350 XT Restaurador Universal: Perfil técnico del producto. <https://multimedia.3m.com/mws/media/725177O/tpf-filtek-z350-xt.pdf> (Consultado el 2 de marzo, 2024).

Al-Ameedee, A. (2019). *Esthetic Considerations* https://www.researchgate.net/profile/Ameer-Al-Ameedee-3/publication/331951407_ESTHETIC_CONSIDERATIONS/links/5c948d8da6fdccd4603126b7/ESTHETIC-CONSIDERATIONS.pdf (Consultado el 2 de junio, 2024).

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.

Arimoto, A., Nakajima, M., Hosaka, K., Nishimura, K., Ikeda, M., y cols. (2010). Translucency, opalescence and light transmission characteristics of light-cured resin composites. *Dental Materials*, 26(11), 1090-1097.

Azzopardi, N., Moharamzadeh, K., Wood, D., Martin, N., Van Noort, R. (2009). Effect of resin matrix composition on the translucency of experimental dental composite resins. *Dental materials*, 25(12), 1564-1568.

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

Baratieri, L., y Chain, M. (2001). *Restauraciones estéticas con resina compuesta en dientes posteriores* (1ª ed.). Sao Paulo: Artes Médicas.

Bazos, P. y Magne, P. (2014). Bio-Emulation: biomimetically emulating nature utilizing a histoanatomic approach; visual synthesis. *The international journal of esthetic dentistry*, 9(3), 330–352.

Blasco, P. (2016). Apuntes de ILUMINACION. https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/75442/ILUMINACION__GIE-3__2en1.pdf. (Consultado el 23 de mayo, 2024).

Castro, M. (1999). Propagación de la Luz. http://members.tripod.com/~Mauve_Ciel/propagacion.html. (Consultado el 27 de abril, 2024).

Çelik, E., Aladağ, A., Türkün, L., 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* 23(3), 179–188.

Christiani, J., Altamirano, R., Leguizamón, C., Rocha, M. (2022). Estudio in vitro de la translucidez en dos resinas para restauraciones. *Revista de operatoria dental y biomateriales*, 11(2).

Chu, S., Trushkowsky, R., Paravina, R. (2010). Dental color matching instruments and systems. Review of clinical and research aspects. *Journal of Dentistry*, 38 (2), 2-16.

Craig, G. (1998). Propiedades ópticas, térmicas y eléctricas. *En: Materiales de Odontología Restauradora. España: Madrid: Harcourt - Brace, 1998; pp.30-38.*

Darabi, F., Radafshar, G., Tavangar, M., Davaloo, R., Khosravian, A., y cols. (2014). Translucency and masking ability of various composite resins at different thicknesses. *Journal of dentistry*, 15(3), 117.

ENA HRi esthetic restorative system-Instructions for use Function Ena ® HRi ®. (n.d.). https://www.synca.com/pdf/ena_hri_instructions.pdf (Consultado el 2 de marzo, 2024).

Espinosa, M. y Rivas, V. (2011). Fluorescencia visible inducida por radiación UV. Sus usos en conservación y diagnóstico de colecciones. Una revisión crítica. *Conserva, Revista del Centro Nacional y Restauración* 16, 27-38.

Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A. G. y 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.

Fernández, J. (2019). El color <https://docplayer.es/56590489-El-color-el-color-es-una-interpretacion-subjetiva-psicofisiologica-del-espectro-electromagnetico-visible.html> (Consultado el 23 de mayo, 2024).

Ferracane, J. (2011). Resin composite--state of the art. *Dental Materials: Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 27(1), 29-38.

Fondriest, J. (2003). Shade matching in restorative dentistry: the science and strategies. *International journal of Periodontics and restorative dentistry*, 23(5), 467-480.

Gamborena, I. y Blatz, M. (2012). Fluorescencia estética en implantología mediante imitación de materiales dentales naturales. *Quintessence Técnica*, 3(1), 58-65.

García, E., Higashi, C., Mongruel, G., Mongruel, O., Gomes, J. (2011). Color y características ópticas para restauraciones estéticas de dientes anteriores. *Acta odontológica venezolana*, 49(4), 1-12.

Gargallo, M., Martínez, J., Celemín, A. (2011). Propiedades estéticas de las resinas compuestas. *Revista internacional de prótesis estomatológica*, 13(1), 11-22.

González, O., Solórzano, A., Balda, R. (1999). Estética en odontología: Parte I Aspectos psicológicos relacionados a la estética bucal. *Acta odontológica venezolana*, 37(3), 33-38.

Gutierrez, A. y Pomacóndor, C. (2020). Comparación de la profundidad de polimerización de resinas compuestas bulk fill obtenida con dos unidades de fotoactivación LED: polywave versus monowave. *Odontología sanmarquina*, 23(2), 131-138.

Halliday, D., Kenneth, S. y Resnick, R. (2002). Óptica. En: Física. *Wiley, J. Ciudad de México: Editorial Continental*, 2002, 347-479.

Hatayama, T., Kano, Y., Aida, A., Chiba, A., Sato, K. y cols. (2020). The combined effect of light-illuminating direction and enamel rod orientation on color adjustment at the enamel borders of composite restorations. *Clinical Oral Investigations*, 24(7), 2305-2313.

Hong, G., Yang, J., Jin, X., Wu, T., Dai, S., y cols. (2020). Mechanical properties of nanohybrid resin composites containing various mass fractions of modified zirconia particles. *International journal of nanomedicine*, 9891-9907.

Horie, K., Nakajima, M., Hosaka, K., Kainose, K., Tanaka, A., y cols. (2012). Influences of composite-composite join on light transmission characteristics of layered resin composites. *Dental Materials*, 28(2), 204-211.

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

Ishikawa, S., Yoshida, A., Sakai, M., Kristiansen, J., Da Silva, J. (2009). Clinical evaluation of perceptibility of color differences between natural teeth and all-ceramic crowns. *Journal of dentistry*, 37, 57-63.

Ikeda, T., Murata, Y., Sano, H. (2004). Translucency of opaque-shade resin composites. *American Journal of Dentistry*, 17(2), 127-130.

Janda, R., Roulet, J., 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.

Johnston, W. y Reisbick, M. (1997). Color and translucency changes during and after curing of esthetic restorative materials. *Dental Materials*, 13(2), 89-97.

Kamishima, N., Ikeda, T., Sano, H. (2005). Color and translucency of resin composites for layering techniques. *Dental materials journal*, 24(3), 428-432.

Khurana, R., Tredwin, C., Weisbloom, M., Moles, D. (2007) A clinical evaluation of the individual repeatability of three commercially available colour measuring devices. *British dental journal*, 203, 675-680.

Kim, S., Son, H., Cho, B., Lee, I., Um, C. (2009). Translucency and masking ability of various opaque-shade composite resins. *Journal of dentistry*, 37(2), 102-107.

Korkut, B., Tarçın, B., Atalı, P., Özcan, M. (2023). Introduction of a New Classification for Resin Composites with Enhanced Color Adjustment Potential. *Current Oral Health Reports*, 10(4), 223-232.

Lee, YK. (2007). Influence of scattering/absorption characteristics on the color of resin composites. *Dental Materials*, 23(1), 124-131.

Lee, YK., Lu, H., Powers, J. (2005). Fluorescence of layered resin composites. *Journal of esthetic and restorative dentistry*, 17(2), 93-100.

Loarte, G., Perea, E., Portilla, S., Juella, C. (2019). Fundamentos para elegir una resina dental. *Revista Odontología Activa*, 4, 55-62.

Micerium S.p.A (2012). ENA HRI Function Enamel. https://micerium.es/wp-content/uploads/2023/08/HRI-ES-ISTR-v6.1m_10-20_15.pdf (Consultado el 2 de marzo, 2024).

Miotti, L., Santos, I., Nicoloso, G., Pozzobon, R., Susin, A., y cols. (2017). The Use of Resin Composite Layering Technique to Mask Discolored Background: A CIELAB/CIEDE2000 Analysis. *Operative dentistry*, 42(2), 165-174.

Mitra, S., Wu, D., Holmes, B. (2003). An application of nanotechnology in advanced dental materials. *The Journal of the American Dental Association*, 134(10), 1382-1390.

Moncada, G. y Angel, P. (2008). Parámetros para la evaluación de la estética dentaria antero superior. *Revista dental de Chile*, 99(3), 29-38.

Mooney, J. y Barrancos, P. (2015). *Operatoria Dental: avances clínicos, restauraciones y estética* (5ta ed.). Editorial Médica Panamericana.

Moradas, M, y Álvarez, B. (2017). Dinámica de polimerización enfocada a reducir o prevenir el estrés de contracción de las resinas compuestas actuales. Revisión bibliográfica. *Avances en Odontoestomatología*, 33(6), 261-272.

Morel, L., de Holanda, G., Perroni, A., de Moraes, R., Boscato, N. (2024). Effect of shade and opacity on color differences and translucency of resin composite veneers over lighter and darker substrates. *Odontology*, 112(2), 355-363.

Morley, J. (1999). The role of cosmetic dentistry in restoring a youthful appearance. *The Journal of the American Dental Association*, 130(8), 1166-1172.

Mokrzycki, W. y Tatol, M. (2011). Colour difference ΔE -A survey. *Machine Graphics and Vision*, 20(4), 383-411

Mousavinasab, S. (2011). Effects of filler content on mechanical and optical properties of dental composite resin. *Metal, Ceramic and Polymeric Composites for Various Uses. 1st ed. Rijeka, Croatia: In Tech*, 421-428.

Paravina, R., Westland, S., Johnston, W., Powers, J. (2008). Color adjustment potential of resin composites. *Journal of Dental Research*, 87(5), 499-503.

Paul, S., Peter, A., Pietrobon, N., Hämmerle, C. (2002). Visual and spectrophotometric shade analysis of human teeth. *Journal of dental research*, 81(8), 578-582.

Pereira, L., Neto, M., Pereira, R., Schneider, L. (2021). Influence of resin matrix on the rheology, translucency, and curing potential of experimental flowable composites for bulk-fill applications. *Dental Materials*, 37(6), 1046-1053.

Ragain, J. (2016). A review of color science in dentistry: colorimetry and color space. *Journal of dentistry, oral disorders and therapy*, 4(1), 1-5.

Ragain, J. (2015). A review of color science in dentistry: the process of color vision. *Journal of dentistry, oral disorders and therapy*, 3(01), 1-4.

Ramírez, K. y Escalona, D. (2010). *Modelo cromático CIE LAB* <https://es.slideshare.net/slideshow/modelo-cromtico-cie-lab/3861054> (Consultado el 2 de junio, 2024).

Randolph, L., Palin, W., Leloup, G., Leprince, J. (2016). Filler characteristics of modern dental resin composites and their influence on physico- mechanical properties. *Dental Materials*, 32(12), 1586-1599.

Real Academia Española. (2024). Color. En *Diccionario de la lengua española*. <https://dle.rae.es/color> (Consultado el 21 de febrero, 2024).

Rodríguez, D. y Pereira, N. (2008). Evolución y tendencias actuales en resinas compuestas. *Acta Odontológica Venezolana*, 46(3), 381-392.

Salas, M., Lucena, C., Herrera, L., Yebra, A., Della, A., y cols. (2018). Translucency thresholds for dental materials. *Dental materials: official publication of the academy of dental materials*, 34(8), 1168-1174.

Sarmiento, M., Trujillo, C., Mena, D., Mejía, K. (2012). Opacidad y translucidez de diferentes resinas compuestas de acuerdo a su tamaño de partícula y su aplicación clínica. *Acta Odontológica Colombiana*, 2(1), 101-117.

Souza, L., Donato, T., Cerqueira, G., Cavalcanti, A., Mathias, P. (2021). Color stability of an artificially aged nanofilled composite resin post-cured with different techniques. *Journal of Dental Research, Dental Clinics, Dental Prospects*, 15(1), 53.

Tabatabaian, F., Beyabanaki, E., Alirezai, 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*, 33(8), 1084-1104.

Vega, D. (2010). El color en la odontología <https://es.slideshare.net/slideshow/el-color-en-la-odontologia/5507691> (Consultado el 2 de junio, 2024).

Vichi, A., Ferrari, M., Davidson, C. (2004). Color and opacity variations in three different resin-based composite products after water aging. *Dental Materials*, 20(6), 530-534.

Villarroel, M., Fahl, N., De Sousa, A., de Oliveira, O. (2011). Direct esthetic restorations based on translucency and opacity of composite resins. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 23(2), 73-87.

Wang, Y., Zhua, M., Zhu, X. (2021). Functional fillers for dental resin composites. *Acta Biomaterialia*, 122, 50-65.

Yu, B. y Lee, YK. (2013). Comparison of stabilities in translucency, fluorescence and opalescence of direct and indirect composite resins. *European Journal of Esthetic Dentistry*, 8(2).

Yu, B. y Lee, YK. (2008). Translucency of varied brand and shade of resin composites *Journal of dentistry*, 21(4), 229-32.