



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

**“RELACIÓN ENTRE TRANSLUCIDEZ Y VARIACIÓN DE ESPESOR DE LA
CAPA DENTINARIA EN RESINAS COMPUESTAS ESTRATIFICADAS:
ESTUDIO COMPARATIVO DE DOS SISTEMAS”**

Martin Andrés Gaete Quiroz

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

TUTOR PRINCIPAL

Prof. Dr. Javier Martín Casielles

TUTOR ASOCIADO

Prof. Dr. Pablo Angel Aguirre

Prof. Dra. Paola Barnafi Retamal

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



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

**“RELACIÓN ENTRE TRANSLUCIDEZ Y VARIACIÓN DE ESPESOR DE LA
CAPA DENTINARIA EN RESINAS COMPUESTAS ESTRATIFICADAS:
ESTUDIO COMPARATIVO DE DOS SISTEMAS”**

Martin Andrés Gaete Quiroz

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

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

TUTOR PRINCIPAL

Prof. Dr. Javier Martín Casielles

TUTOR ASOCIADO

Prof. Dr. Pablo Angel Aguirre

Prof. Dra. Paola Barnafi Retamal

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

DEDICATORIA:

Quiero dedicar este trabajo a todas las personas que han sido partícipes y me han acompañado a lo largo de este viaje académico.

En primer lugar y más importante, a mis padres, Mónica y José, académicos universitarios, que desde que nací me inculcaron el valor de la educación universitaria pública y de calidad, sin su apañé y consejos nunca hubiera podido entrar a la mejor escuela dental del país. Con su amor, apoyo incondicional y enseñanzas me han guiado para ser la persona que soy hoy. Siempre me han motivado a ser mi mejor versión y a exigirme al máximo. Nunca me pusieron techo y este momento es gracias a ustedes.

A mis hermanos, Felipe e Ignacio, por ser mis compañeros de vida, por aguantar tantos almuerzos hablando de dientes y por cada momento de apoyo que me ha dado fuerzas para seguir adelante.

A mi polola Mhaivy, por su paciencia, cariño y por creer siempre en mí, en las buenas y en las malas. Gracias por las largas tardes de estudio para los certámenes, que se fueron convirtiendo en horas haciendo los casos clínicos, también, por ese primer webinar en pandemia que terminó transformándose en innumerables charlas y cursos. Gracias por ser protagonista en mi motivación para perfeccionarme y aprender más sobre odontología en el día a día, por ser mi refugio y escuchar todas mis quejas y reclamos. Gracias totales.

A mis abuelos Pancho, Meme, Nona y Pepe, tías, tíos, primas y primos; en especial a Vicente y Lolo que fueron mis pacientes cuando más los necesite, confiando en un estudiante de cuarto año con las mejores intenciones. Sin mi núcleo familiar no hubiera podido llegar a esta instancia.

A mis amigos de la universidad, que han sido una parte esencial de esta etapa. Gracias por esas vacaciones en viña, Algarrobo y Pichilemu, cada risa, cada

apoyo y por estar siempre ahí, haciendo de este proceso y de la clínica algo más llevadero.

A mi equipo de fútbol de odontología, mi psicólogo semana a semana. ¡CANINO CANINO MOLAR MOLAR, ESCUELA DENTAL!

A mis amigos del colegio y hermano de vida, Juani, Juanca, Drago y Guti. Su ejemplo de esfuerzo me ha motivado siempre a ser mejor. Gracias por esas palabras de aliento en los momentos difíciles y siempre creer en mí.

A todos los profesores clínicos y preclínicos que, con su dedicación y conocimiento, han contribuido a mi formación. Gracias por hacer de mi experiencia universitaria un hermoso camino lleno de aprendizajes y crecimiento.

Por último, a la Universidad de Chile, que, con sus luces y sombras, me permitió desarrollarme en lo académico, personal, deportivo y profesional. Orgulloso de pertenecer a la mejor facultad de odontología del país.

AGRADECIMIENTOS:

En primer lugar, quiero expresar mi más profundo agradecimiento a mi tutor de tesis, el Dr. Javier Martín, por su invaluable guía, paciencia y dedicación a lo largo de este proyecto. Su apoyo y consejos han sido fundamentales para la realización de esta tesis.

Agradezco también al Dr. Ángel y a la Dra. Barnafi por su colaboración, aportes y constante disposición para ayudarme en este camino. Sus conocimientos y experiencia han enriquecido significativamente mi trabajo.

ÍNDICE:

1. RESUMEN	
2. INTRODUCCIÓN.....	1
3. MARCO TEÓRICO.....	2
3.1. Estética dental.....	2
3.2. Color	3
3.3. Fenómenos ópticos de los dientes.....	8
3.3.1. Opalescencia.....	9
3.3.2. Fluorescencia	10
3.3.3. Translucidez	10
3.4. Resinas compuestas.....	11
3.4.1. Tamaño de partícula.....	14
3.4.2. Sistema de resina nanohíbrido	15
3.4.3. Sistema de resina microhíbrido	16
3.4.4. Estratificación en resinas compuestas	17
3.5. Factores que afectan la translucidez de las resinas compuestas	19
3.6. Métodos de medición de la translucidez	20
4. HIPÓTESIS	21
5. OBJETIVO GENERAL.....	21
6. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	21
7. MATERIALES Y MÉTODOS	22
7.1. Características del estudio.....	22
7.2. Determinación del tamaño muestral.....	22
7.3. Obtención de las muestras	22
7.4. Medición de translucidez.....	27
7.5. Cálculo de la translucidez	28
7.6. Análisis estadístico.....	30
8. RESULTADOS	31
9. DISCUSIÓN.....	34
9.1. Estudios Futuros	37
9.2. Limitaciones	38
10. CONCLUSIONES.....	39

11.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40
-------------------------------------	----

1. RESUMEN

Introducción: La translucidez es un fenómeno óptico propio del diente, que tiene una importancia fundamental al momento de lograr restauraciones estéticas. Debido a esto, los fabricantes han generado materiales de restauración con distinta translucidez para lograr imitar al diente natural, uno de los más ocupados son las resinas compuestas. Actualmente no existe evidencia que cuantifique de forma objetiva este fenómeno en las resinas compuestas, relacionándolo con la distribución y grosor de sus diversas capas.

Materiales y métodos: Se fabricaron 40 muestras en forma de disco, de 1,5 mm de grosor de los sistemas ENA Hri (nanohíbrido) y Essentia (microhíbrido). Se generaron muestras de 1,5 mm de esmalte y 1,5 mm dentina de simple estratificación, combinaciones de 0,5 mm de dentina más 1,0 mm de esmalte y de 1,0 mm de dentina más 0,5 mm de esmalte de doble estratificación, de ambos sistemas de resina. Posteriormente se midió el color de las muestras sobre un fondo negro y sobre un fondo blanco con un espectrofotómetro de irradiancia (Vita Easyshade), al momento de la confección y a las 24 horas. Con los valores obtenidos se calculó la translucidez 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: La translucidez de las combinaciones de ambos sistemas no varían directamente relacionado al grosor de su capa dentinaria. El sistema ENA Hri (nanohíbrido) presentó mayor translucidez en todas sus combinaciones menos en 0,5 mm de dentina más 1,0 mm de esmalte a las 24 horas, donde fueron estadísticamente similares entre ambas resinas.

Conclusión: Los sistemas de resina mostraron diferencias de translucidez entre sí, lo que no está dado por su tamaño de partícula. El grosor de la capa dentinaria no tiene una relación directa con el resultado, sino que este parámetro óptico se ve afectado por las características propias de cada materia

2. INTRODUCCIÓN

La translucidez es un fenómeno óptico que se caracteriza por el transporte de la luz a través de objetos y materiales (Gigilashvili y cols., 2021). Comprenderla es relevante para los clínicos, ya que, para realizar restauraciones estéticas naturales, debemos tener presente y entender la translucidez, ya que se encuentra en los tejidos dentales, tanto en la dentina como en el esmalte (Yu y cols., 2009).

Actualmente tenemos nociones sobre el comportamiento de la translucidez en materiales dentales como la resina compuesta. Sabemos que mientras más grosor tiene un incremento, disminuye su translucidez (Kamishima y cols., 2005). Además, se han descrito casos en que resinas con tamaños de partículas más pequeñas y con menor cantidad de volumen de relleno, presentan mayor translucidez (Naeimi y cols., 2012). Otros autores que han testeado gran variedad de resinas compuestas han concluido que existe una variación entre la translucidez neta entre las distintas marcas. (Yu y Lee, 2008, b; An y cols., 2013)

Aun con la información anterior, la translucidez no presenta modelos o guías clínicas que ayuden a determinarla de manera precisa relacionando el grosor del material o el tamaño de la partícula (Johnston, 2014) y por sobre todo las combinaciones de capas de translucidez diferenciada dentro de un mismo sistema, como son el esmalte y la dentina. Por lo anterior, se cree conveniente realizar estudios que permitan sistematizar la aplicación de resinas en capas, con el espesor adecuado, para obtener la translucidez u opacidad similar a la del diente y comparar el comportamiento de resinas de diferente tamaño de partículas. (Schmeling y cols., 2010; Villarroel y cols., 2011)

Además de la translucidez, se ha estudiado que el color es el otro factor más importante dentro de la óptica del diente. Por tanto, es importante considerar ambos para lograr una buena aceptación en las restauraciones, tanto por parte de los clínicos como de los pacientes (Yu y Lee, 2008, a). Este ha sido más estudiado y probado, y se han desarrollado modelos de toma de color para restaurar de manera

precisa. Esto va desde métodos subjetivos con el uso de guías de color, hasta métodos objetivos con dispositivos electrónicos y fotografía clínica que pueden medir el color del sustrato dental de forma precisa en la consulta. (Nathanson y Paravina, 2011)

Debido a la importancia del primero de estos fenómenos, los fabricantes buscan crear materiales de restauración que lo repliquen, todo para lograr mimetizar la restauración con su tejido dental circundante, ya sea dentro de un mismo diente o con los dientes vecinos. Para lograr replicar satisfactoriamente las demandas estéticas de los pacientes, los clínicos cuentan con diversas opciones, dentro de las cuales destacan las resinas compuestas (RC) o composites. (Ferracane, 2011)

El propósito del presente estudio es determinar cómo varía la translucidez de dos sistemas de RC con distinta composición, ocupadas en restauraciones estéticas anteriores, midiendo su translucidez de manera objetiva en distintos espesores y combinaciones de su capa dentinaria.

De esta manera, obtener una guía según variación de translucidez y tener una herramienta más para poder enfrentarnos a distintas situaciones clínicas, ya sea desde intentar replicar la anatomía natural de un diente que ha perdido tejido, hasta cubrir o enmascarar dientes que posean alteraciones de color.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 Estética dental

El énfasis en la estética dental ha aumentado tanto en los pacientes como en los profesionales, en los últimos años (Parrini y cols., 2016) y, aunque la función es el objetivo principal en un tratamiento, el resultado estético es fundamental para la satisfacción del paciente (Sarver y Ackerman, 2000). La satisfacción con la apariencia dental se ve afectada por el color de los dientes, la sensación de apiñamiento y restauraciones que cumplan parámetros estéticos. (Maghaireh y cols., 2016).

En relación con este último, uno de los objetivos clave de la odontología restauradora estética, es crear restauraciones que repliquen al diente natural. Para esto es importante imitar de manera precisa color, forma y posición.

La forma de los dientes naturales y la posición no es un factor que depende del material propiamente tal. Por otro lado, el color (y los fenómenos ópticos que lo afectan) si van a depender de cómo se ocupe y de la composición de los materiales de restauración.

3.2 Color

El color es un fenómeno psicofísico ocurrido cuando la luz se refleja en la superficie de un objeto para luego ser percibida por las células receptoras de luz en la retina ocular. Nuestro campo visual interpreta las ondas electromagnéticas de la luz, que el entorno emite o refleja, en un rango de longitud de onda entre los 380 y 770 nanómetros. (Paravina y Powers, 2004)

El color de un objeto se ve afectado por cómo la luz interactúa con él. En materiales translúcidos, existen distintos “fenómenos ópticos de la luz” que van a influir en la translucidez y en el color final que nosotros podamos percibir. Dentro de ellos tenemos: reflexión, refracción, absorción, transmisión, y dispersión. (Castro, 1999; Halliday y cols., 2002)

La reflexión ocurre cuando los rayos de luz al encontrarse con un objeto no pueden seguir propagándose y son desviados en otra dirección, es decir, se reflejan. (Castro, 1999)

La refracción ocurre por el cambio de dirección que sufren los rayos de la luz al pasar de un medio a otro, donde su velocidad será distinta. El índice de refracción (relación entre la velocidad de la luz en el vacío y la que tiene en un medio concreto) es propia de cada material y cuando los índices de refracción coinciden entre sí, el material se verá más translúcido. (Craig, 1998; Halliday y cols., 2002)

En el caso de la absorción, esta consta en la captación de los distintos haces de la luz por parte de una superficie de un objeto. Se relaciona con la translucidez,

de forma que cuando un objeto absorbe más luz, se ve más opaco y cuando no, se ve más translúcido. (Castro, 1999; Halliday y cols., 2002)

La transmisión se puede considerar como una doble refracción, en la cual la luz pasa a través de un material en concreto. Los objetos transparentes permiten una transmisión regular, mientras que los translúcidos una difusa y los opacos no transmiten la luz. (Craig, 1998; Castro, 1999)

La dispersión es un fenómeno por el cual las diferentes longitudes de onda se refractan a distintas longitudes de onda. En materiales dentales, como composites, es común hablar de coeficiente de dispersión, mientras mayor sea este, más opaco es el material. (Craig, 1998; Halliday y cols., 2002)

En el diente, el color, resulta de una compleja combinación de las propiedades ópticas del esmalte y la dentina; es decir, los fenómenos ópticos de la estructura dentaria (Terry, 2003; Navajas Rodríguez de Mondelo y cols., 2008). Cuando la luz incide en la superficie del diente se genera una interacción dinámica por la sumatoria de distintos fenómenos. Al principio una parte de la luz es reflejada en su superficie y otra es transmitida a través del diente, posteriormente al pasar del esmalte al límite amelodentinario y luego a la dentina se genera refracción de la luz. En todo este proceso una parte de la luz es absorbida y otra es re irradiada, como sería el caso de la fluorescencia. (Bazos y Magne, 2014)

La dentina es el tejido que aporta el color principal del diente (Ten Bosch y Coops, 1995) y se ha visto que con el tiempo el color va aumentando en los tonos amarillo y rojizo, esto dado por el desgaste fisiológico del esmalte (Hasegawa y cols., 2000).

En 1905 Albert Munsell describió el color según tres aspectos principales en combinación: tono, valor y saturación.

Tono (Hue)

Es el color propiamente tal, la característica por la cual diferenciamos un color de otro. Se produce por la longitud de onda que incide en la retina, por lo tanto, lo que un objeto refleja. Permite, por ejemplo, diferenciar entre azul, rojo, verde o amarillo. (Munsell, 1905; Christiani y cols., 2022)

Valor (Value)

Corresponde al grado de luminosidad de un color, distinguiendo un color claro de uno oscuro. Se considera una dimensión acromática que va desde el negro al blanco pasando por toda la escala de grises. (Munsell, 1905; Christiani y cols., 2022)

Saturación (Chroma)

Se define como la intensidad del color o cantidad de pigmentos. Con esto distinguimos un color fuerte de uno débil. Es la mayor o menor cantidad de longitudes de onda. (Munsell, 1905; Christiani y cols., 2022)

Espacios de color

La determinación precisa del color tiene múltiples aplicaciones. En nuestro caso, para estudios tanto de color dental como de translucidez, es importante poder determinar con exactitud los colores.

Todos los estímulos de color que podemos percibir conforman un espacio estructurado que los contiene. Esto constituye un “espacio de color”, donde los diferentes colores se identifican numéricamente, objetivando su clasificación y permitiendo determinar diferencias entre dos colores.

La guía de color de Munsell (figura 1) nos daba una idea de cómo se componía el color, pero no expresaba los colores de forma precisa para poder comunicarnos entre profesionales. Es por lo anterior que, la comisión internacional de la iluminación (CIE), desarrolló en 1976, bajo la abreviatura de CIE L*a*b*, un nuevo sistema métrico de medición de color, que permite especificar los estímulos de color en un espacio tridimensional (figura 2), donde se encuentran todos los colores visibles al ojo humano. (Baltzer y Kaufmann-Jinoian, 2004)

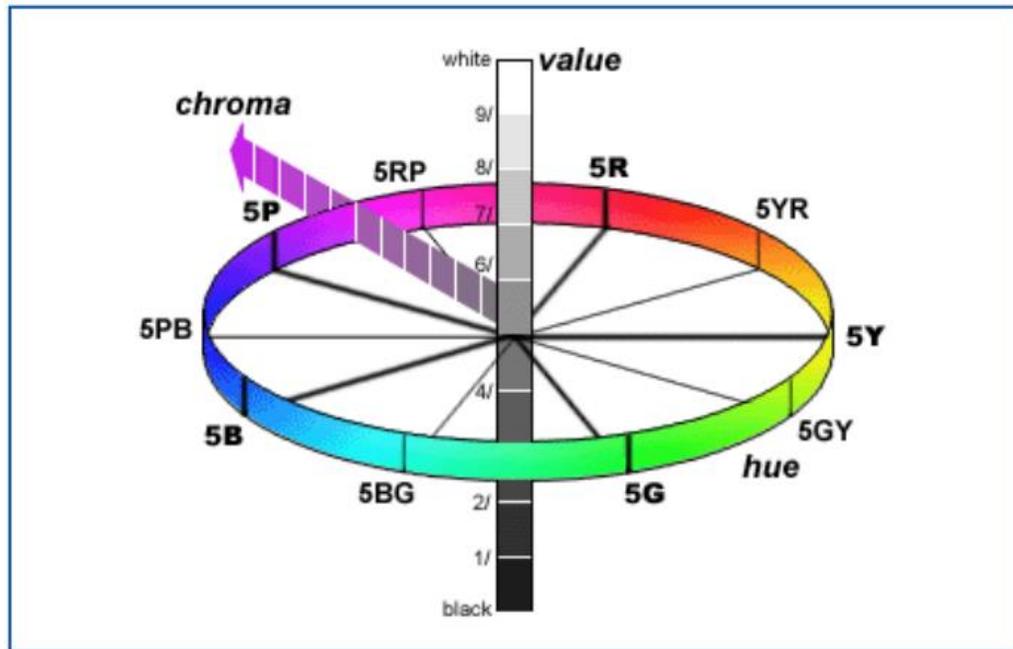


Figura 1: Sistema de color tridimensional de Munsell. (Bersezio y cols., 2014)

El espacio cromático CIE $L^*a^*b^*$, presenta tres parámetros que se ordenan de manera tridimensional: L^* representado por el eje vertical, nos da la luminosidad o valor y va desde el negro con un valor de 0, hasta el blanco con valor de 100. Los parámetros a^* y b^* corresponden a ejes horizontales, a^* representa la tonalidad de rojo (a^* positivo) a verde (a^* negativo) y b^* representa la tonalidad de amarillo (b^* positivo) a azul (b^* negativo).

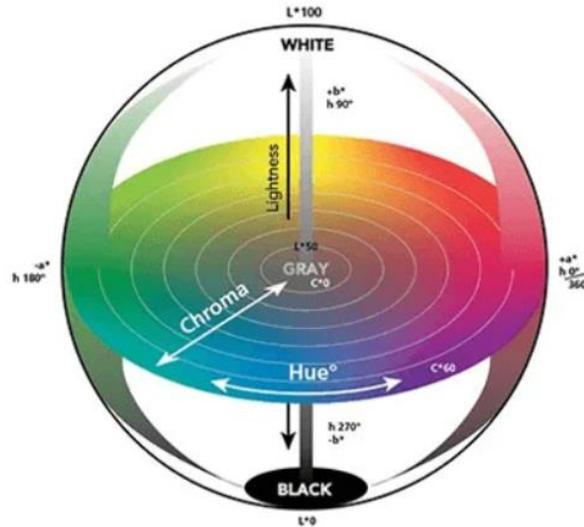


Figura 2: Diagrama del espacio de color CIE $L^*a^*b^*$. (PCC Group Product Portal, 2020)

En este contexto, la intensidad cromática (saturación) aumenta radialmente hacia fuera a partir de la ausencia de color central y el color propiamente tal (tono) se halla en forma de mezcla pasando del azul al rojo, amarillo y verde en el plano del color en torno al eje central incoloro (Baltzer y Kaufmann-Jinoian, 2004; Sharma y cols., 2005). Gracias a esto un color cualquiera puede ser descrito mediante las coordenadas $L^*a^*b^*$.

En el ámbito de la ciencia del color, se ha establecido que la diferencia entre dos colores puede ser determinada mediante el cálculo de la distancia euclidiana entre sus coordenadas en el espacio de colores. Esta disparidad cromática se percibe como la separación entre las ubicaciones de ambos colores en el espacio cromático y se conoce como ΔE . Esta correlación se ha ideado para ofrecer una medición cuantitativa de la discrepancia cromática. El símbolo " Δ " denota la diferencia, mientras que "E" representa "percepción" (derivado del término alemán "Empfindung"), y su cálculo matemático se fundamenta en la fórmula del teorema de Pitágoras. (Sharma y cols., 2005)

La fórmula de diferencia de color de CIELab ha sido ampliamente empleada para calcular discrepancias cromáticas entre colores.

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

Donde, ΔL es la diferencia en la coordenada de luminosidad, Δa es la diferencia en la coordenada a (rojo-verde), Δb es la diferencia en la coordenada b (amarillo-azul).

Medición de color

Para determinar el color dental se han ocupado distintos métodos, dentro de los cuales contamos con instrumentos como espectrofotómetros, la fotografía digital y la evaluación visual, siendo la fotografía digital y las mediciones con espectrofotómetro las que presentan un mayor grado de precisión (Días y cols., 2023)

El espectrofotómetro es un dispositivo de medición objetiva del color a través de la emisión de una luz específica, evaluando tanto la calidad como la cantidad de luz reflejada por un objeto, registrando el color en coordenadas tridimensionales dentro del sistema CIELab (Chu y cols., 2010). Un ejemplo de ellos es el Vita Easyshade (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Alemania) que ha demostrado realizar mediciones precisas versus otros espectrofotómetros (Kim-Pusateri y cols., 2009). El uso de espectrofotómetros se considera uno de los métodos de medición de color más precisos, exactos y confiables. (Fani y cols., 2007)

3.3 Fenómenos ópticos de los dientes

Dentro de las propiedades ópticas que le entregan al diente su apariencia, tenemos el color, la opalescencia, la fluorescencia y la translucidez (Hatayama y cols., 2020). De ellos, el color y la translucidez tiene la mayor importancia al momento de recrear la apariencia de un diente natural, además de ser lo más distinguible a simple vista (Yu y Lee, 2008, a).

Comprender estos fenómenos es de suma importancia, ya que, en muchos casos, el fallo estético en las restauraciones se debe a un análisis incorrecto de los comportamientos ópticos de los dientes naturales. (Villarroel y cols., 2011)

3.3.1 Opalescencia

La opalescencia es un fenómeno óptico que se caracteriza por la descomposición de la luz al traspasar por un objeto translúcido causando distintas tonalidades, como se puede observar en la figura 3. Proviene de ópalo, el cual es un prisma que tiene la capacidad antes mencionada.

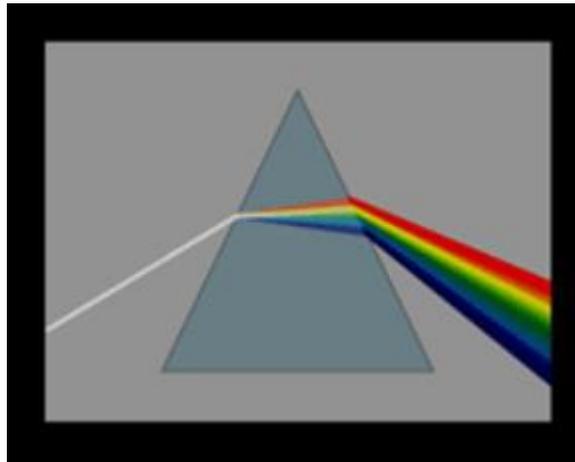


Figura 3: Representación de un prisma descomponiendo la luz en distintos tonos. (Navajas Rodríguez de Mondelo y cols., 2008)

En odontología se hace referencia al término opalescencia, para referirse a la capacidad que tienen los dientes de reflejar luz en tonos azules y de transmitir tonos marrones anaranjados, figura 4, esto ocurre principalmente en la zona del borde incisal de los incisivos anteriores. (Navajas Rodríguez de Mondelo y cols., 2008; Lee, 2016)

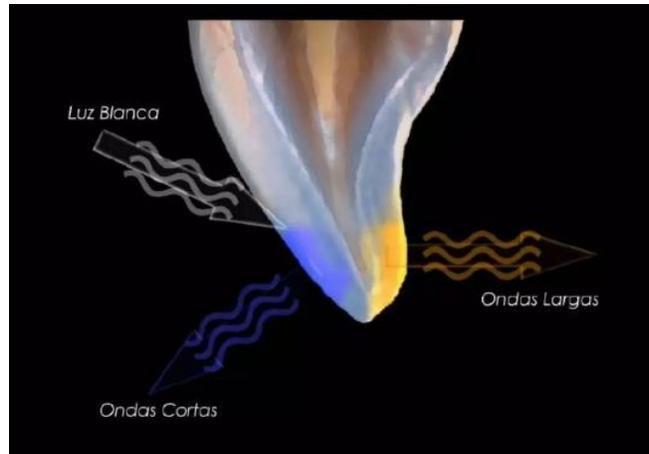


Figura 4: Esquema de opalescencia en borde incisal.

3.3.2 Fluorescencia

La fluorescencia es un fenómeno óptico que se produce por la absorción de luz por parte de un objeto y la posterior emisión espontánea de una luz de longitud de onda mayor que la absorbida. Algunos materiales u objetos son capaces de absorber la luz UV y transformarla en una radiación visible de onda más larga, produciendo así fluorescencia visible inducida por luz UV. (Espinosa y Rivas., 2011)

En el caso del diente es capaz de absorber energía de la luz ultravioleta y emitirla en el espectro de luz visible, en forma de luz azul violeta (Terry y cols., 2002)

3.3.3 Translucidez

La translucidez es la capacidad de los objetos de dejar pasar la luz a través de ellos, permitiendo ver en mayor o menor medida lo que se encuentra detrás, siendo un punto intermedio entre la opacidad total y la transparencia (Eugène, 2008). Este fenómeno óptico y de percepción se caracteriza por el transporte de luz bajo la superficie a través de los objetos y materiales. Como propiedad óptica de un material, se relaciona con la transferencia radiactiva dentro y a través de él, y como fenómeno perceptivo describe la sensación visual que experimentan los humanos al observar un material dado en condiciones dadas. (Gigilashvili y cols., 2021).

Un material o tejido parecerá más transparente a medida que no existan procesos que compitan con la transmisión, es decir que no absorba o difracte fuertemente la luz. Estos procesos van a estar dados por la estructura interna del objeto, cuando el cuerpo está formado por cristales diminutos, regiones en las que los átomos o las moléculas siguen un orden regular. Los límites entre estas regiones se denominan límites de grano. Si la distancia entre los límites es menor que la longitud de onda más corta de la luz visible, entonces el material parecerá transparente (Gigilashvili y cols., 2021).

Translucidez dental

Los tejidos dentarios poseen distinta translucidez siendo el esmalte más translúcido que la dentina. Estudios *in vitro* han mostrado valores de 18,7 y 16,4 respectivamente medidos a través del parámetro de translucidez (TP) en grosores de 1 mm (Yu y cols., 2009).

Dentro de un mismo diente, la translucidez disminuye desde incisal a cervical, esto debido a los mayores grosores de esmalte en incisal, mientras que a medida que nos acercamos hacia cervical, la dentina es el tejido que prima. Por otro lado, la translucidez de la dentina humana sufre cambios limitados con el envejecimiento, mientras que en el esmalte aumenta con la edad (Lee, 2015).

En resumen, la translucidez es un parámetro de suma importancia para lograr restauraciones estéticas. Varía mucho dependiendo del caso clínico, incluso puede ser distinta dentro de un mismo paciente y dentro de un mismo diente. Todo esto suma complejidad al momento de encontrar un material que replique correctamente este fenómeno óptico.

Para abordar esta compleja situación los fabricantes han generado materiales como las resinas compuestas (RC) las cuales, con los años, han ido mejorando en su estética y capacidad de adaptarse a las distintas situaciones clínicas.

3.4 Resinas compuestas

Los materiales basados en resinas compuestas han tomado un fuerte protagonismo en la odontología moderna debido a su capacidad de imitar las propiedades estéticas de los dientes, lo que les ha dado variadas indicaciones terapéuticas. (Hervás García y cols., 2006).

Las resinas compuestas son un grupo de materiales odontológicos que están formados por una matriz polimérica con rellenos que la refuerzan. Incluyen además un agente de acoplamiento de silano para unir el relleno a la matriz, sistemas activadores, pigmentos e inhibidores de la polimerización.

La matriz corresponde a la fase orgánica de las resinas compuestas, formada por una fase continua que le entrega viscosidad y manipulación al material. Generalmente está compuesta por monómeros tales como Bis-GMA (Bisfenol A metacrilato de glicidil), UDMA (dimetacrilato de uretano), TEGDMA (triethylenglicol dimetacrilato), Bis-EMA (Dimetacrilato de Bisfenol A Etoxilado) o bis-MA (Dimetacrilato de Bisfenol A). Las distintas combinaciones y proporciones de los monómeros nos entregarán la consistencia del material. (Rodríguez y cols., 2008)

El relleno corresponde a la fase inorgánica del material, las cuales proporcionan estabilidad dimensional a la matriz resinosa y mejoran sus propiedades físicas. Las partículas de relleno más utilizadas son las de cuarzo, vidrio de bario y partículas de sílice. Es importante señalar que mientras mayor sea la incorporación de relleno a la matriz, mejores serán algunas propiedades de la resina, como menor contracción de polimerización y en consecuencia menor filtración marginal. Pero, por otro lado, será menor la viscosidad y manipulación del composite.

La tendencia actual es la disminución del tamaño de las partículas, haciendo que la distribución sea lo más cercana posible, en torno a $0,05 \mu\text{m}$ e incorporar mayor porcentaje de relleno para lograr buenas propiedades mecánicas, con además, buenas propiedades ópticas. (Rodríguez y cols., 2008)

Los sistemas activadores de resinas compuestas de fotocurado utilizan la energía de la luz visible como estímulo para activar moléculas iniciadoras presentes en la resina, dentro de las cuales tenemos principalmente las canforoquinonas. Para que este proceso sea efectivo, es crucial exponer la resina a una fuente de luz con

una longitud de onda específica, generalmente entre 420 y 500 nanómetros en el espectro de luz visible, esto asegura la activación adecuada del iniciador y la polimerización completa de la resina compuesta. (Rodríguez y cols., 2008)

Por último, el agente de acoplamiento es una molécula bipolar que tiene grupos silanos (Si-OH) en un extremo y grupos metacrilatos (C=C) en el otro, como se puede observar en la figura 5, logrando unir la matriz con el relleno inorgánico, siendo el más utilizado el silano. La unión entre la matriz y el relleno se logra mediante el recubrimiento de las partículas de relleno con este agente de unión. Bowen demostró que una correcta unión de la fase orgánica con la inorgánica es de suma importancia, ya que las propiedades óptimas del material dependen de la misma. (Bowen, 1963; Rodríguez y cols., 2008)

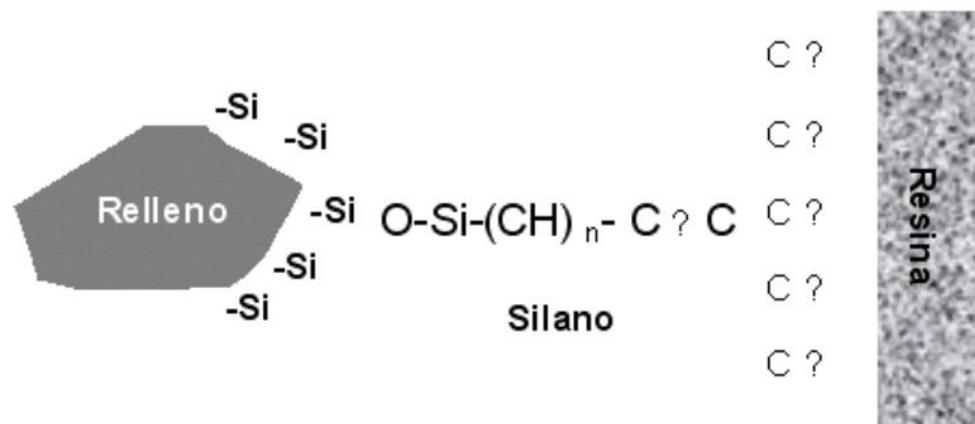


Figura 5: representación gráfica de la composición del agente de unión silano. (Rodríguez y cols., 2008)

La distinta distribución de los compuestos de las resinas le entregarán sus características y determinarán su aplicación en odontología, Por ejemplo, la composición de la matriz influye en la translucidez, así los que por presentan mayor cantidad de Bis-GMA, presentan mayor translucidez. (Azzopardi y cols., 2009)

Así, encontramos resinas compuestas para diferentes usos: materiales de restauración, para revestimientos de cavidades, selladores de fosas y fisuras, para uso en reconstrucción de muñones y build ups, inlays, onlays, coronas, restauraciones provisionales, cementos para prótesis dentales fijas individuales o plurales y dispositivos de ortodoncia, selladores endodónticos y postes de anclaje radicular. (Ferracane, 2011)

Las resinas compuestas para restauración se ocupan para el abordaje de restauraciones tanto posteriores como anteriores, sin embargo, demandan distintas características entre sí.

En el sector anterior, tanto el pulido final como la integración del color y su estabilidad son los aspectos más importantes para considerar. En dientes posteriores, la resistencia al desgaste y a la fractura se consideran como las propiedades más importantes. (Baldissera y cols., 2013).

La modificación del tamaño de la partícula de relleno o la adición de otro tipo de partículas permite modificar la consistencia y resistencia mecánica de las resinas compuestas para restauración. (Ferracane, 2011)

3.4.1 Tamaño de partícula

Las primeras resinas compuestas tenían partículas de relleno cuyo tamaño variaba dentro de los 10 a 50 micrómetros. Estos materiales, conocidos como de “macrorellenos” tenían una buena resistencia mecánica, pero mal pulido, siendo imposible mantener una superficie suave. Para combatir este problema y lograr una mejor estética, los fabricantes formularon resinas compuestas con rellenos que variaban entre los 40 y 50 nanómetros, que fueron mal llamados “microrrellenos”, ya que su tamaño de partícula variaba en los tamaños nanométricos. Si bien estos nuevos composites eran más pulibles (permitiendo una mejor estética), eran más débiles, debido a su baja cantidad de relleno. (Ferracane, 2011; Wang y cols., 2021).

Para suplir esta falta de resistencia, se incorporaron partículas molidas de los composites convencionales, logrando un compuesto llamado “híbrido de partículas

pequeñas”, y poseían un tamaño de partícula que iba de los 1-10 micrómetros más un agregado de partículas de 40 nanómetros. (Ferracane, 2011).

Los siguientes avances lograron disminuir aún más las partículas de tamaño micrométrica y además sumando partículas de tamaño nanométrica, es aquí donde surgen los composites más actuales llamados microhíbridos y nanohíbrido. Al buscar información respecto al tamaño de partícula exacto de estos sistemas de resinas, nos encontramos con distintos valores para clasificarlos, dependiendo del autor. Por ejemplo, Ferracane los clasifica como microhíbridos (partículas de 1 a 10 micrómetros más un agregado de partículas de 40 nanómetros) y nanohíbridos (partículas de 0,6 a 1 micrómetro más un agregado de partículas de 40 nanómetros). Por otro lado Wang y colaboradores se refieren tanto a micro como nanohíbridos con el mismo tamaño de partícula (partículas de 0,01 a 1 micrómetro) pero agrega a la clasificación los compuestos de nano relleno (partículas de 0,01 a 0,04 micrómetros). (Ferracane, 2011; Wang y cols., 2021)

Otro estudio, Randolph y colaboradores describen la diferencia entre compuestos micro y nanohíbridos en la cantidad de partículas nanométricas que constituyen el relleno inorgánico. Entendiendo así, que las nanohíbridas presentan mayor cantidad de partículas nanométricas que las microhíbridas. (Randolph y cols., 2016)

Para resumir, al integrar la información sobre clasificaciones encontradas en la literatura por distintos autores (Ferracane, 2011; Wang y cols., 2021; Randolph y cols., 2016), podemos concluir que existe consenso cuando hablamos resinas de macro y micro relleno, Pero, por otro lado, no existe una unificación de conceptos del tamaño de partícula cuando entramos en los rangos nanométricos de los tamaños de partículas.

3.4.2 Sistema de resina nanohíbrido

Las resinas compuestas nanohíbridas pueden considerarse como aquellas que poseen un tamaño de partícula en el rango nanométrico más un infiltrado de partículas de mayor tamaño en el rango micrométrico, teniendo una mayor

proporción de partículas nanométricas. Un ejemplo de este tipo de resinas y que es ampliamente ocupado en el mercado actual es la resina ENA Hri, (Micerium S.p.A, Italia).

La resina compuesta ENA Hri, (Micerium S.p.A, Italia) consiste en un sistema nanohíbrido que presenta una amplia gama de tonos que imitan los colores naturales del esmalte y la dentina. Es una RC radiopaca fotopolimerizable nanohíbrida para restauraciones estéticas directas e indirectas en áreas anteriores y posteriores. Cada color de las resinas recibe una denominación específica, con los tonos del esmalte designados como UE (Universal Enamel) y los de dentina como UD (Universal Dentine).

Los tonos del esmalte se clasifican en una escala numérica descendente en valor del 3 al 1, siendo UE3 el más claro. Además, de acuerdo con el fabricante, poseen el mismo índice de refracción y luminosidad que el diente natural, por lo que al ocupar capas más gruesas de composite este se vería más blanco y al ocupar capas más delgadas daría un efecto más translúcido.

Por otro lado, los tonos de dentina se organizan en una escala numérica ascendente del 0 al 8, con la mayoría de los tonos correspondiendo a la escala Vitapan Classical. Por ejemplo, el color UD2 equivale al color A2 en esta escala. Universal Dentin, está calibrada para igualar la fluorescencia y opacidad de la dentina universal. (ENA Hri Esthetic Restorative System-Instructions for Use Function Ena® Hri®, n.d.)

En cuanto a su composición presenta diferencias entre sus masas de dentina y de esmalte, nos referimos específicamente al relleno inorgánico. El esmalte presenta un 68% de volumen con relleno de vidrio y óxido de zirconio, mientras que la dentina presenta 53% de volumen con relleno de vidrio y óxido de silicio.

3.4.3 Sistema de resina microhíbrido

Las resinas compuestas microhíbridadas a reglas generales poseen partículas de relleno que tiene tamaños micrométricos y nanométricos al igual que las

nanohíbridas, pero teniendo una menor proporción de partículas nanométricas. Dentro de estos exponentes en el mercado tenemos la resina Essentia® (GC Corporation, Japón)

El sistema de resina compuesta Essentia® (GC Corporation, Japón) está compuesto por 3 tonalidades para dentina, 2 para esmaltes, una resina universal y un masking liner.

Las dentinas poseen una composición microhíbrida, presentando un efecto de dispersión de la luz óptimo. Los esmaltes, por su parte, presentan una composición con una mezcla de rellenos de vidrio ultrafinos y rellenos prepolimerizados, lo que nos entrega una translucidez parecida al diente. Además, al ocupar masas de composite con composiciones distintas (esmalte y dentina), se puede reproducir el cambio de dirección específico de la dirección de la luz que se observa en los dientes naturales, dando una mayor naturalidad a las restauraciones (Peumans y Tapia Guadix, n.d.).

En cuanto a su composición presenta diferencias de relleno entre sus masas de esmalte y de dentina. El esmalte presenta un volumen del 81% de relleno prepolimerizado, vidrio de bario y sílice pirógena. La dentina por su parte posee un volumen del 76% de relleno prepolimerizado, vidrio de bario, sílice pirógena y vidrio de sílice.

Enfatizar en que si bien ambas marcas de resina presentan composición diferenciada en sus masas de dentina y esmalte, no se sabe específicamente qué componente en particular (o el volumen del mismo) es el que genera el cambio de translucidez entre las capas.

3.4.4 Estratificación en resinas compuestas

La gran demanda de restauraciones estéticas por parte de los pacientes y la necesidad de poder imitar el color de manera más precisa ha impulsado un enorme desarrollo en las resinas compuestas (Ferracane, 2011). Los fabricantes han

generado sistemas con cambios de translucidez dependiendo del tejido a replicar, cubriendo la necesidad de imitar las características ópticas entre los diferentes sustratos como son la dentina y el esmalte (Perdigão y cols., 2021).

Estos sistemas se basan en la ocupación de la técnica estratificada, la cual consiste en la aplicación en forma progresiva de capas de resina compuesta, que reemplacen a su tejido dental correspondiente, ya sea esmalte o dentina. Además de replicar mediante resinas de efectos los fenómenos ópticos presentes en los dientes. Todo lo anterior, con el fin de poder devolver la naturalidad y reconstruir la anatomía de las piezas dentarias anteriores como posteriores de la cavidad bucal (Fahl, 2011).

Si bien, se han realizado estudios *in vitro* donde se ha observado que, a partir de 2 mm de grosor de la resina, el color deja de variar independiente del fondo (Valdivieso y cols., 2016), es importante tener en cuenta que cuando en clínica se requiere ocultar o enmascarar un fondo oscurecido, a nivel del tercio medio de dientes anterosuperiores, es recomendable como máximo el uso de espesores de 1,5 mm. (Pérez y cols., 2019)

No se sabe con exactitud cómo interactúan los estratos en conjunto, sobre todo cuando se sobreponen las distintas opacidades y cuando se combinan los distintos espesores de los materiales. Al intentar replicar la translucidez de los dientes naturales, no existen en la actualidad, pautas para que los materiales puedan replicarla (Johnston, 2014).

Una revisión sistemática en 2021 sobre interacción de capas de resina, indicó que cada estudio presenta un diseño único, proporcionando información valiosa. Pero para obtener resultados estéticos predecibles, los fabricantes podrían proporcionar recomendaciones personalizadas específicas para sus sistemas de composite (Ismail, 2021).

Es por esto por lo que dentro de la literatura se fomenta desarrollar modelos que relacionen el espesor de los materiales con la medición de su translucidez (Johnston, 2014).

3.5 Factores que afectan la translucidez de las resinas compuestas

Relleno inorgánico

Se ha visto que el hecho de haber creado RC con rellenos nanométricos, podrían afectar directamente a la translucidez. Esto debido a que el tamaño de las partículas nanométricas que oscilan entre 20-75 nm en promedio, están por debajo de la longitud de onda de la luz visible (380-780 nm). Mientras que los rellenos híbridos cuyo tamaño de partícula entre 8.000 y 30.000 nm, podrían provocar un desajuste en el índice de refracción con la matriz de resina, generando como resultado una reducción inevitable de la translucidez. Sumado a esto también afecta la forma de la partícula y la cantidad de relleno. (Mitra y cols., 2003)

Esto nos podría hacer pensar que resinas compuestas con tamaños de partículas más pequeñas podrían ser más translúcidas que otras que poseen tamaños mayores.

Formulación de los monómeros

La formulación de los monómeros de la resina puede afectar la translucidez, por ejemplo, los índices de refracción de Bis-GMA, dimetacrilato de uretano (UDMA) y TEGDMA son 1,55, 1,48 y 1,46, respectivamente. El Bis-GMA tiene un índice de refracción muy cercano al del relleno de sílice. Se entiende que mientras más parecidos sean los índices de refracción de dos materiales, menos interactuara el paso de la luz a través de ellos, haciéndolos más translúcidos. Por tanto, la adición de Bis-GMA a TEGDMA aumentará el índice de refracción de la resina para que coincida más con el del relleno, mejorando así su coincidencia óptica con el relleno de sílice y por tanto aumentando su translucidez. (Lehtinen y cols., 2008; Azzopardi y cols., 2009).

Espesor del incremento

Se ha estudiado que a medida que el grosor del incremento de la resina compuesta aumenta, su translucidez disminuye (Kamishima y cols., 2005; Kim y cols., 2009). Esto teniendo un límite, es decir, un grosor al cual el material podrá

expresar su color inherente independiente de fondo, esto se denomina como “Espesor óptico infinito” y estudios han demostrado que las resinas compuestas lo expresan entre los 2 a 4 mm. (Valdivieso y cols., 2016)

Tono de la resina

Autores han descrito una diferencia de translucidez en los tonos de una misma resina. Masas que pertenecen a la misma capa (esmalte o dentina) y que deberían tener la misma translucidez, varían en este parámetro a medida que se oscurece el tono. (Ryan y cols., 2010)

3.6 Métodos de medición de la translucidez

El color y la translucidez inherentes están determinados en gran medida por los espectros visibles de absorción y dispersión de la luz dentro del material en combinación con los espectros de la iluminación (International Commission on Illumination. 2004).

Cuando buscamos en la literatura cómo se puede medir este fenómeno óptico tan importante, nos encontramos que se han propuesto tres métodos principales: la relación de contraste, la transmitancia y el parámetro de translucidez. Estas mediciones se hacen para describir principalmente materiales de resina compuesta y cerámicas, aunque también se han ocupado en otro tipo de materiales (Johnston, 2014).

El parámetro de translucidez (TP) hace referencia a la diferencia de color que se encuentra entre materiales de grosores similares medidos sobre un fondo negro y un fondo blanco. Se basa en el sistema de color CIE*L*a*b, ocupando la fórmula de diferencia de color ΔE_{ab} para calcular su magnitud. Cuando el material es completamente opaco el TP es igual a 0 y mientras más traslúcido sea el material, mayor será su TP, ya que habrá mayor influencia del color del fondo en el color observado. (Paravina y cols., 2002)

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

Figura 6: 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.

4. HIPÓTESIS

La disminución del espesor de la capa dentinaria aumenta la translucidez en forma diferente según el sistema de resinas compuesta utilizado.

5. OBJETIVO GENERAL

Determinar la influencia del grosor de la capa de dentina, en la translucidez de las resinas compuestas para estratificación.

6. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Determinar la translucidez de muestras de 1,5 mm de espesor de capa de dentina en el tiempo inicial y a las 24 horas, en los sistemas de resinas ENA hri y Essentia.
2. Determinar la translucidez de muestras de 1,0 mm de espesor de capa de dentina en el tiempo inicial y a las 24 horas, en los sistemas de resinas ENA hri y Essentia.
3. Determinar la translucidez de muestras de 0,5 mm de espesor de capa de dentina en el tiempo inicial y a las 24 horas, en los sistemas de resinas ENA hri y Essentia.
4. Determinar la translucidez de muestras de solamente capa de esmalte en el tiempo inicial y a las 24 horas, en los sistemas de resinas ENA hri y Essentia.
5. Comparar la translucidez entre ambos sistemas de resina, en similares formas de estratificación.

6. Comparar la translucidez en tiempo inicial y a las 24 horas dentro de un mismo sistema de resina.

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 muestras 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 ocupando dos sistemas de resinas compuestas, Essentia® (GC Corporation, Japón) y ENA HRi (Micerium, Avegno, Italia), ambos disponibles comercialmente con tonos de esmalte y dentina como opciones básicas. Las composiciones de ambos sistemas se pueden observar en la tabla 1.

Tabla 1: Información y composición de los sistemas de restauración			
Sistema de restauración	Composición	Fabricantes	Tono
ENA Hri	<p>Esmalte:</p> <p>Matriz: BisGMA, UDMA, Butanediol dimethacrylate</p> <p>Relleno: 68% volumen.</p> <p>Relleno de vidrio de 1,0 μm y 20 nm óxido de zirconio.</p> <p>Dentina:</p> <p>Matriz: BisGMA, UDMA, Butanediol dimethacrylate</p> <p>Relleno: 53% volumen.</p> <p>Relleno de vidrio tamaño medio 0,7 μm y SiO₂ altamente disperso de tamaño 0,04 μm.</p>	Micerium, Avegno, Italia	UE2, UD2
Essentia	<p>Light enamel</p> <p>Matriz: UDMA, Bis-MEPP, Bis-EMA, Bis-GMA, TEGDMA.</p> <p>Relleno: Relleno pre-polimerizado (10nm), vidrio de bario (300nm), sílice pirógena (16nm).</p>	GC Corporation, Japón	Light Dentin, Light Enamel

	<p>81% en peso.</p> <p>Light dentin</p> <p>Matriz: UDMA, Bis-MEPP, Bis-EMA, Bis-GMA, TEGDMA.</p> <p>Relleno: Relleno prepolimerizado (10 μm), vidrio de bario (300nm), sílice pirógena (16nm), vidrio de sílice (850nm).</p> <p>76% en peso.</p>		
*datos proporcionados por los fabricantes			

Se confeccionaron muestras de 1,5 mm de espesor y 11 mm de diámetro, combinando distintos espesores de resinas de distinta translucidez (0,5, 1,0 o 1,5 mm). Las muestras se prepararon utilizando matrices divididas de acero inoxidable de 0,5, 1,0 o 1,5 mm de espesor.



Figura 7: Matrices de acero inoxidable, de 0,5 mm (abajo), 1,0 mm (medio), y 1,5 mm (arriba).

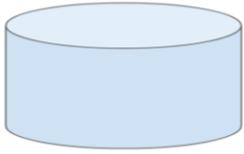
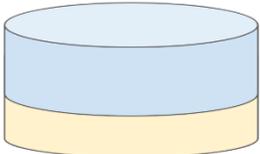
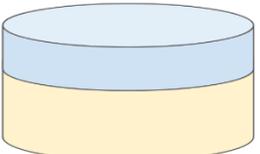
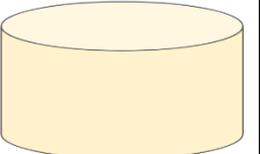
Se realizaron:

- Muestras de una sola capa (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.
- Muestras de doble capa (DE): se prepararon discos de 0,5 o 1,0 mm de espesor de resina compuesta dentina (D), a partir de un incremento de resina y se polimerizó. 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 esmalte (E). Todo en incrementos únicos.

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 cuarenta muestras de resina compuesta en forma de disco, divididas en 8 grupos (n=5) para considerar todas las posibles combinaciones de colores de capas de cada sistema restaurador, incluidas las muestras SE y muestras DE. Como se puede observar en la Tabla 2.

Tabla 2: Combinaciones posibles de estratos, simple estratificación (SE), doble estratificación (DE), de sistemas de resinas compuestas				
Fabricantes	Colores	Lote	Técnica de estratificación (n=5)	Denominación del grupo
ENA Hri (Micerium)	UE2: Universal Enamel 1 (E)	2022005004	1,5 mm E (SE)	1,5E
			1,5 mm D (SE)	1,5D
	UD2: Universal Dentin 2 (D)	2022003256	0,5 mm D + 1,0 mm E (DE)	0,5D/1,0E
			1,0 mm D + 0,5 mm E (DE)	1,0D/0,5E
Essentia (GC)	LE: Light Enamel (E)	220226C	1,5 mm E (SE)	1,5E
			1,5 mm D (SE)	1,5D
	LD: Light Dentin (D)	210708A	0,5 mm D + 1,0 mm E (DE)	0,5D/1,0E
			1,0 mm D + 0,5 mm E (DE)	1,0D/0,5E

Tabla 3: Diagrama combinaciones de discos de resina compuesta			
1,5E	0,5D + 1,0E	1,0D + 0,5E	1,5D
			

A partir de entonces, las muestras se almacenaron en agua destilada durante 24 horas a 37°C para obtener translucidez, luminosidad y conversión de monómeros libres adicionales del compuesto, antes de realizar las mediciones de translucidez.

7.4 Medición de translucidez

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



Figura 8: Espectrofotómetro Vita Easyshade (VITA Zahnfabrik, H. Rauter GmbH & Co. KG, Säckingén, Alemania)

Se midió el color poniendo las muestras contra un fondo negro y otro blanco usando para este fin tarjetas de calibración fotográfica Opteka (Opteka BDWH1 9' X 13' White/Black Muslin Professional Background). Entre la muestra y la tarjeta de fondo se agregó un medio de acoplamiento (glicerina) y luego se midieron sobre cada fondo.

Se registraron las coordenadas L, a y b sobre cada uno de los fondos posterior a la confección de las muestras y luego de 24 horas.



Figura 9: Tarjetas de calibración fotográfica Opteka, ocupadas como fondo blanco y negro para medición del TP.

Todas las mediciones siguieron el patrón de estratificación clínica, es decir con las capas esmalte hacia el espectrofotómetro. Para cada muestra, se determinaron sus valores L^* , a^* y b^* de cada lectura de fondo.

7.5 Cálculo de la translucidez

Luego de obtener los valores de color (mediante sistema CIELAB) para cada muestra sobre fondo blanco y negro se determinó la translucidez de cada disco mediante el parámetro de translucidez (TP), mediante la siguiente ecuación:

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

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. En total se obtuvieron 40 valores de parámetro de translucidez, uno para cada muestra.

7.6 Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó con el software SPSS v. 21, (IBM® SPSS® Statistics). Se analizó los valores medios de TP. Se utilizaron las pruebas estadísticas de Shapiro-Wilk (para evaluar la distribución de los datos). De acuerdo con esto, se definió el uso de pruebas paramétricas o no paramétricas y de ANOVA y post-hoc de Tukey HSD para comparar los datos de los resultados. Se consideraron estadísticamente significativos valores $p < 0,05$.

8. RESULTADOS

Tabla 4: Translucidez de las muestras en tiempo inicial y a las 24 horas.							
Sistema	Combinaciones de estratificación	n	INICIAL		24 horas		
			Promedio	Desviación estándar	Promedio	Desviación estándar	
ENA Hri (Micerium)	1,5 mm E	5	-	-	-	-	
	0,5 mm D + 1,0 mm E	5	24,45	2,39	23,97	5,01	
	1,0 mm D + 0,5 mm E	5	22,53	2,26	23,07	3,07	
	1,5 mm D	5	33,83	0,97	19,85	1,66	
Essentia (GC)	1.5 mm E	4	-	-	-	-	
	0.5 mm D + 1.0 mm E	5	13,34	1,42	20,51	1,73	
	1.0 mm D + 0.5 mm E	5	15,42	0,94	15,90	1,27	
	1.5 mm D	5	14,01	0,67	14,56	0,60	

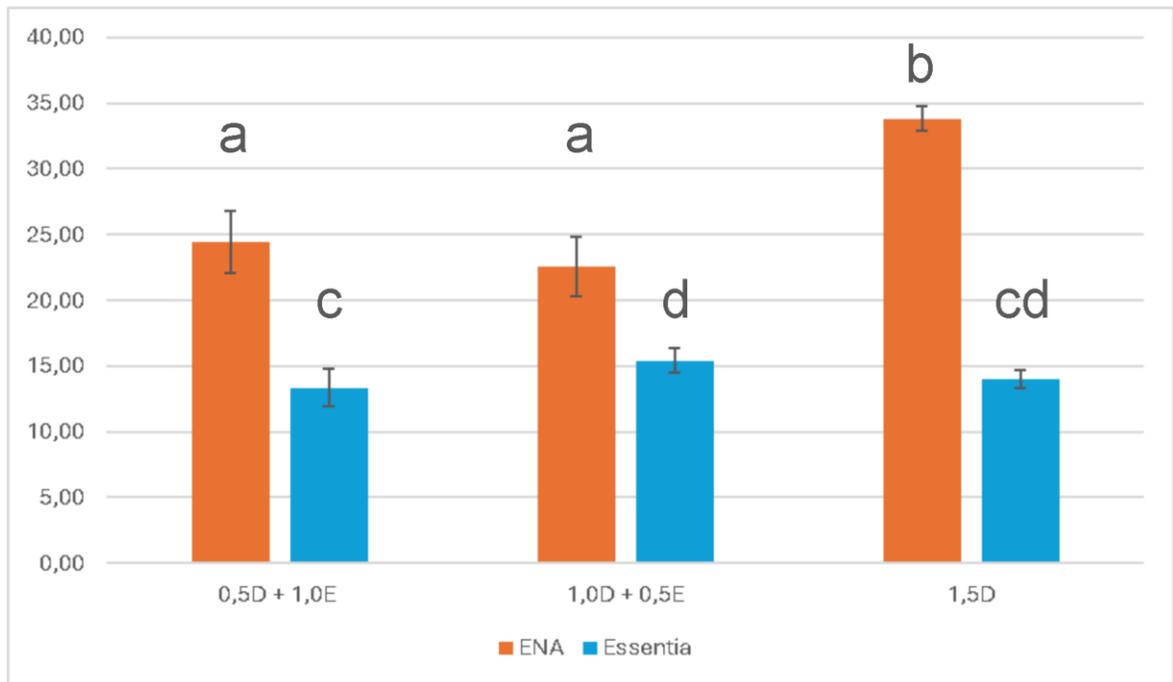
En la tabla 4 se observa la translucidez de las distintas muestras medidas en un tiempo inmediato y a las 24 horas de su fabricación. En el caso de ambas muestras puras de esmalte o 1,5E no se logró medir la translucidez con el espectrofotómetro.

Para las muestras de ENA Hri medidas de forma inmediata, se observa que el grupo 1,5D, fue el que presentó mayor translucidez ($p < 0,05$), mientras que entre las otras dos combinaciones no hubo diferencia estadísticamente significativa entre sí ($p = 0,226$). Al medirlas a las 24 horas, los tres grupos de ENA Hri no presentaron diferencia estadísticamente significativa entre ellos ($p = 0,19$), siendo todos igual de translúcidos. Al estudiar la variación de translucidez de cada muestra en el tiempo, observamos que la única que sufrió cambios fue 1.5D, la cual disminuyó estadísticamente significativa ($p = 0,00$) su translucidez alcanzando la de las otras dos muestras.

Para las combinaciones de Essentia medidas de forma inmediata, se observa que existe diferencia significativa entre las muestras 0,5D/1,0E y 1,0D/0,5E ($p < 0,05$), siendo esta última la más translúcida. Al comparar el grupo 1,5D, se

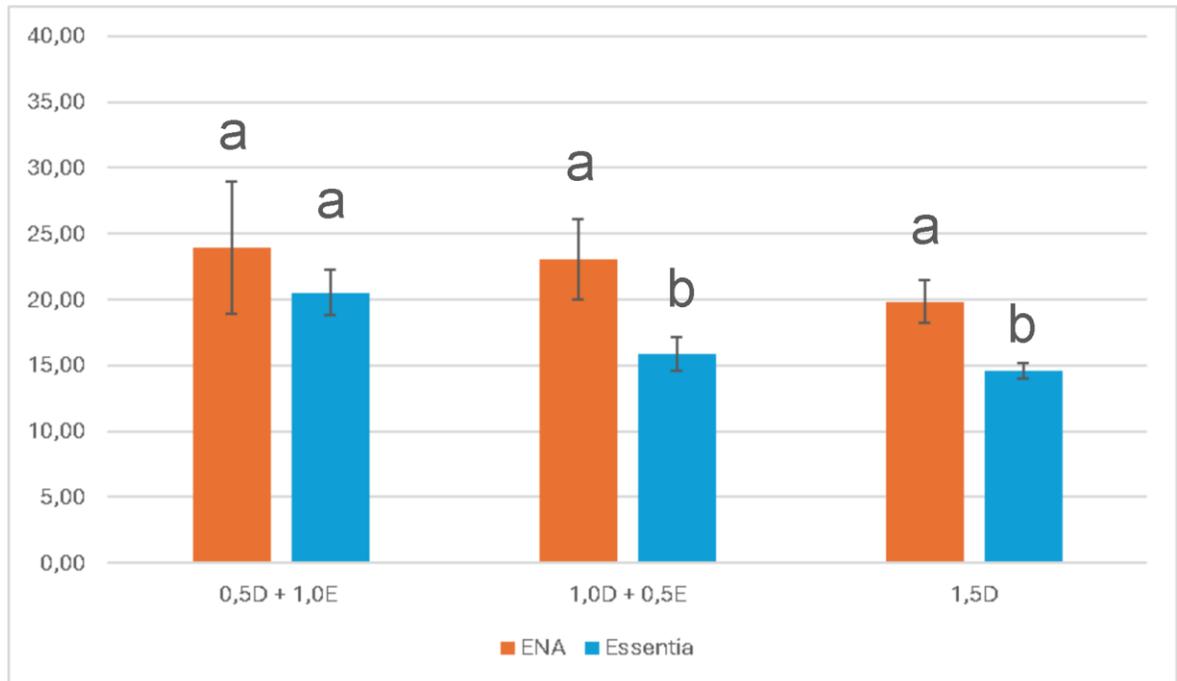
observa que no hubo diferencia estadísticamente significativa ($p > 0,05$) con ninguno de los otros dos grupos. Al medirlas a las 24 horas el grupo 1,0D/0,5E y 1,5D, no presentó diferencia estadísticamente significativa ($p = 0,265$) entre sí, mientras que el grupo 0,5D/1,0E si la presentó ($p < 0,05$) con los otros dos grupos, siendo este grupo, el más translúcido de los tres. Al estudiar la variación de translucidez de cada muestra en el tiempo, observamos que la única que sufrió cambios fue 0,5D/1,0E, la cual aumentó estadísticamente significativa ($p < 0,05$) su translucidez.

Gráfico 1: Translucidez inmediata de ENA Hri y Essentia. Letras diferentes indican diferencia estadísticamente significativa entre los grupos; letras iguales indican que no hay diferencia entre los grupos.



En el gráfico 1 se observa la comparación entre la translucidez de las combinaciones de ENA Hri con Essentia medidas de inmediato, nos encontramos con que ENA Hri es más translúcida en cada una de las combinaciones, siendo en todas estadísticamente significativo.

Gráfico 2: Translucidez a las 24 horas de ENA Hri y Essentia. Letras diferentes indican diferencia estadísticamente significativa entre los grupos; letras iguales indican que no hay diferencia entre los grupos.



En el gráfico 2 se observa la comparación de translucidez entre las combinaciones de ENA Hri con Essentia medidas a las 24 horas, nos encontramos con que la resina ENA Hri presentó mayor translucidez en todos los grupos, con excepción de la combinación 0,5D/1,0E, donde fueron estadísticamente iguales.

9. DISCUSIÓN

Este estudio determinó y comparó la translucidez de un sistema de resinas compuestas nanohíbrido y uno microhíbrido, con distintos grosores de sus capas de dentina. Se compararon las distintas combinaciones de capas de los sistemas en sí mismos y luego entre ellos.

En primer lugar es importante mencionar, que en ambos sistemas de RC no se pudo medir las muestras puras de tono de esmalte ó 1,5E. Al indagar en la literatura consultada nos encontramos con que, estudios similares como el de Kamishima y colaboradores (Kamishima y cols., 2005) pudieron medir translucidez en estratos puros de esmalte de hasta 0,5 mm, sin embargo su metodología se diferencia del presente estudio, tanto en los fondos para medir el TP como en el instrumental que se implementó para la medición, en el referido estudio se utilizó un colorímetro OFC-300A (Nippon Denshoku, Tokyo, Japan) para hacer las mediciones.

En el estudio que se presenta en esta tesis, se utilizó un espectrofotómetro dental, Vita Easyshade, VITA Zahnfabrik, H. Rauter GmbH & Co. KG, el cual mide rangos que se encuentren dentro de una paleta de colores VITA perteneciente a los dientes (VITA Easyshade® V - Optimale Farbbestimmung, maximale Sicherheit), el rango de color de los mismos varía entre los tonos del rojo al amarillo (Hasegawa y cols. 2000). Esta dificultad que implicó no poder medir las muestras puras de esmalte, puede explicarse por el color resultante de la combinación del disco de resina con el fondo negro, la que generó un color muy oscuro, que se sale del umbral del espectrofotómetro y da como resultado, un error en la medición producto de la alta traslucidez de las resinas.

En cuanto a los demás discos, se observaron en algunos grupos, diferencias significativas en la translucidez entre el momento de la confección y las 24 horas. Esto se vio en las muestras de ENA Hri 1,5D, la cual disminuyó y de Essentia 0,5D/1,0E que aumentó. Esto nos indica una susceptibilidad a cambios de translucidez en las primeras 24 horas, por parte de la resina de dentina de ENA Hri y de esmalte de Essentia.

En la literatura utilizada, los autores describen una variación del color en las primeras 24 horas posteriores a la polimerización. Esta diferencia, en algunos casos, llega a ser perceptible y se explica debido al tiempo necesario para la conversión polimérica de los radicales libres activados por canforquinonas sumado a la degradación de las partículas inorgánicas y monómeros causadas por el agua (Sabatini, 2015; Perez y cols., 2023). Lo anterior no explica los cambios de translucidez de muestras puntuales del presente estudio, debido a que todos los discos se mantuvieron el mismo tiempo hidratados antes de su medición y el tiempo de fotoactivación fue el mismo, por esto, y en vista de lo que el fabricante señala, podría deberse a ciertos compuestos diferentes entre masas de esmalte y dentina.

En el caso de ENA Hri, si bien el fabricante indica que las masas de esmalte y dentina presentan distintos tamaños de partícula entre sí, ambas son clasificadas, según el tamaño de su partícula, como nanohíbridas (Ferracane, 2011). También difieren en el volumen de relleno siendo 68% para esmalte y 53% para dentina. En el caso de Essentia tenemos diferencia en el tipo, tamaño y cantidad de relleno, el esmalte puede ser clasificado como nanohibrido y la dentina como microhíbrida (Ferracane, 2011), además el esmalte presenta un volumen de relleno del 81% y la dentina del 76%. Por lo anterior, se podría inferir que los distintos tamaños de partícula, tipos de relleno y la cantidad de volumen, que varían de una resina a otra, podrían generar esta diferencia de variación de translucidez en las primeras 24 horas.

A las 24 horas, las muestras de ENA Hri presentaron translucidez similar. Esto nos podría hablar de que, la resina de dentina podría expresar translucidez similar en grosores ya sea de 0,5 mm, 1 mm y 1,5 mm. Esto difiere con los resultados de estudios donde observaron que al aumentar el grosor de la muestra la translucidez disminuye (An y cols., 2012; Christiani y cols, 2022). También se infiere que a grosores de 0,5 y 1 mm, las capas de esmalte son tan translúcidas que no varían la translucidez total de las muestras.

En el caso de Essentia a las 24 horas, la muestra 0,5D/1,0E presentó la mayor translucidez, mientras que entre los otros grupos fue similar. Esto demuestra que no existe diferencia en la translucidez final cuando se ocupan espesores de 1,5 o

de 1 mm de dentina. Por otro lado, cuando se disminuye la capa dentinaria a 0,5 mm, resulta en una disminución de la translucidez final de la muestra, lo que sí coincidiría con estudios como los de Christiani y colaboradores o An y colaboradores (An y cols., 2012; Christiani y cols, 2022). Al enfocarse en el esmalte de Essentia, no hay diferencia de translucidez entre ocupar 0,5 mm o no ocupar.

Al comparar los sistemas entre sí, se observamos que, tanto en la medición inicial como a las 24 horas, el sistema ENA Hri presentaba mayor translucidez que el sistema Essentia, con la excepción de la combinación 0,5D/1,0E a las 24 horas, donde presentaron una translucidez estadísticamente similar entre ambos composites. Los resultados anteriores coinciden con lo visto por Mitra y colaboradores (Mitra y cols., 2003), los cuales postulan que al ser más pequeño el tamaño de partícula, genera menos interferencia y difracción de la luz que los sistemas que presentan partículas de mayor tamaño. Por otro lado, estos resultados difieren con estudios como el de Arimoto y colaboradores (Arimoto y cols, 2010), donde afirman que la presencia de partículas más grandes y regulares puede permitir mayor transmisión de luz y en consecuencia mayor translucidez.

Estas diferencias en las conclusiones podrían explicarse en la importancia de los fenómenos ópticos como la dispersión y absorción, sobre todo al índice de refracción de los componentes de la resina, cuando a translucidez final se refiere (Lee, 2007; Ota y cols, 2012). Considerando lo anteriormente nombrado, si quisiéramos comparar distintos sistemas de resinas entre sí, para saber cual presenta mayor o menor translucidez, deberíamos considerar factores como: la coincidencia del índice de refracción de los materiales, primordialmente de la matriz y las partículas de cada resina, el tamaño y forma de la partícula, cantidad de relleno y tipo de matriz.

De acuerdo a lo declarado por los fabricantes, existe una diferencia de translucidez entre sus resinas, siendo ésta mayor en el esmalte que en la dentina. Hay estudios como el de Kamishima y colaboradores (Kamishima y cols. 2005) que lo comprueban. Si bien ellos compararon resinas en muestras separadas, se podría proyectar esta tendencia a combinaciones de las mismas, pensando que mientras más dentina tenga una restauración, será menos translúcida. En contraste con lo

anterior, se observa en el presente estudio, que al ocupar grosores clínicamente aplicables (máximo 1,5 mm) y combinar las capas, la translucidez no disminuye de forma lineal al agregar mayores grosores de dentina.

He ahí la importancia del presente estudio, el cual busca la objetivación de la translucidez de dos sistemas en distintas combinaciones de sus capas, y sirve como guía tanto para los clínicos que ocupen estas resinas, como para futuros estudios de translucidez en RC.

Al proyectar estos resultados a la clínica, en el caso de ENA Hri se podría pensar que 0,5 mm de dentina son suficientes para dar una translucidez de base, lo que podría traducirse en menores espesores de preparación. Pero a su vez indica que, al aumentar la cantidad de esmalte no aumenta la translucidez, dando poco juego al momento de combinar ambas capas. Por otro lado, Essentia si permite aumentar la translucidez a medida que se agrega una capa más gruesa de esmalte, dando mayor juego en las restauraciones, pero tiene una necesidad mayor de espacio para generar aumento de translucidez.

Estudios de Yu y colaboradores (Yu y cols., 2009) han medido TP en dientes humanos a grosores de 1 mm dando como resultado valores de 18,7 y 16,4, para esmalte y dentina respectivamente, lo que se mantiene dentro de los rangos dados por este estudio para ambas resinas. Cabe resaltar que independiente de la combinación de capas de ENA Hri, esta será más translúcida que Essentia, lo que sería adecuado para pacientes con dientes que presenten efectos ópticos marcados y que necesiten estas características más acentuadas. Por otro lado, si quisiéramos cubrir un fondo desfavorable o simplemente buscar replicar dientes más opacos, la elección debería ser la resina Essentia.

9.1 Estudios Futuros

Dentro de este estudio no se pudo determinar el TP de todos los grupos propuestos, por eso se sugiere en un futuro ocupar espectrofotómetros de mayor rango u otro tipo de instrumental de medición.

El estudio midió translucidez en un tiempo suficiente para lograr la estabilización del color de los grupos de discos, pero en vista de que hubo una variación significativa a las 24 horas, sería interesante saber cómo variarían en más tiempo o dentro de un medio oral complejo como es la boca.

9.2 Limitaciones

Dentro de las limitaciones que se encontraron en este estudio, está principalmente el hecho de no poder haber medido correctamente el color en los grupos de discos más translúcidos por limitación del instrumental de medición.

10. CONCLUSIONES

Basado en los resultados obtenidos en el presente estudio se puede concluir que:

El sistema de resina compuesta ENA Hri no presentó aumento de translucidez al disminuir las capas de dentina, por su parte Essentia solo aumentó su translucidez al reducir el grosor de dentina a 0,5 mm. Por tanto, la distribución de las capas no tiene una relación directa con el resultado, sino que este parámetro óptico se ve afectado por las características propias de cada material.

Por tanto, debido a las conclusiones anteriores, la hipótesis se rechaza.

11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- An, J. S., Son, H. H., Qadeer, S., Ju, S. W. y 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. J., Martin, N. y Van Noort, R. (2009). Effect of resin matrix composition on the translucency of experimental dental composite resins. *Dental Materials*, 25(12), 1564–1568.
- Baldissera, R. A., Corrêa, M. B., Schuch, H. S., Collares, K., Nascimento, G. G. y cols. (2013). ¿Are there universal restorative composites for anterior and posterior teeth? *Journal of Dentistry*, 41(11), 1027–1035.
- Baltzer, A. y Kaufmann-Jinoian, V. (2004). La determinación del color del diente. *Quintessenz Zahntech*, 30(7), 726-740.
- Bazos, P., & Magne, P. (2014). Bio-Emulation: biomimetically emulating nature utilizing a histoanatomic approach; visual synthesis. *International Journal of Esthetic Dentistry*, 9(3), 330-52.
- Bersezio, C., Batista, O., Vildósola, P., Martin, J., Fernández, E. y cols. (2014). Instrumentación para el registro del color en odontología. *Revista Dental de Chile*, 104(3), 3-7.
- Bowen, R. L. (1963). Properties of a silica-reinforced polymer for dental restorations. *Journal of the American Dental Association*, 66(1), 57–64.
- Castro, M. (1999). Propagación de la Luz. http://members.tripod.com/~Mauve_Ciel/propagacion.html. (Consultado el 30 de abril, 2024).

- Christiani, J., Altamirano, R., Leguizamón, C. y Rocha, M. (2022). Estudio in vitro de la translucidez en dos resinas para restauraciones. *Revista de Operatoria Dental y Biomateriales*, 11(2).
- Chu, S. J., Trushkowsky, R. D., y Paravina, R. D. (2010). Dental color matching instruments and systems. Review of clinical and research aspects. *Journal of Dentistry*, 38, 2-16.
- Craig, G. (1998). Propiedades ópticas, térmicas y eléctricas. *En: Materiales de Odontología Restauradora. España: Madrid: Harcourt - Brace, 1998; pp.30-38.*
- Dias, S., Dias, J., Pereira, R., Silveira, J., Mata, A. y cols. (2023). Different Methods for Assessing Tooth Colour—In Vitro Study. *Biomimetics*, 8(5), 384.
- ENA HRi esthetic restorative system-Instructions for use Function Ena ® HRi ®.* (n.d.). https://www.synca.com/pdf/ena_hri_instructions.pdf (Consultado el 7 de julio, 2022)
- Eugène, C. (2008). Measurement of “Total Visual Appearance”: A CIE challenge of soft metrology. In Proceedings of 12th IMEKO TC1 & TC7 Joint Symposium on Man, Science & Measurement. Annecy, France, 61–65.
- Espinosa, M. F. 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.
- Fahl, N Jr. (2011). Mastering composite artistry to create anterior masterpiece – part 2. *Journal of Cosmetic Dentistry*, 26(4), 42-55.
- Fani, G., Vichi, A. y Davidson, C. L. (2007). Spectrophotometric and visual shade measurements of human teeth using three shade guides. *American Journal of Dentistry*, 20, 142–146.
- 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.
- Ferracane, J. L. (2011). Resin composite--state of the art. *Dental Materials*, 27(1).

- Gigilashvili, D., Thomas, J. B., Hardeberg, J. Y. y Pedersen, M. (2021). Translucency perception: A review. *Journal of Vision*, 21(8), 1–41.
- Halliday, D., Kenneth, S. y Resnick, R. (2002). Óptica. En: Física. *Wiley, J. Ciudad de México: Editorial Continental*, 2002, 347-479.
- Hasegawa, A., Ikeda, I. y Kawaguchi, S. (2000). Color and translucency of in vivo natural central incisors. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 83(4), 418–423.
- 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.
- Hervás García, A., Martínez Lozano, M. A., Cabanes Vila, J., Barjau Escribano, A. y Fos Galve, P. (2006). Resinas compuestas: Revisión de los materiales e indicaciones clínicas. *Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal (Internet)*, 11(2).
- 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*, 33(8), 1105–1117.
- Johnston, W. M. (2014). Review of translucency determinations and applications to dental materials. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 26(4), 217–223.
- Kamishima, N., Ikeda, T. y Sano, H. (2005). Color and translucency of resin composites for layering techniques. *Dental Materials Journal*, 24(3), 428–432.
- Kim, S. J., Son, H. H., Cho, B. H., Lee, I. B. y Um, C. M. (2009). Translucency and masking ability of various opaque-shade composite resins. *Journal of Dentistry*, 37(2), 102–107.
- Kim-Pusateri, S., Brewer, J. D., Davis, E. L. y Wee, A. G. (2009). Reliability and accuracy of four dental shade-matching devices. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 101(3), 193–199.

- Lee, Y. K. (2016). Opalescence of human teeth and dental esthetic restorative materials. *Dental Materials Journal*, 35(6), 845–854.
- Lee, Y.-K. (2015). Translucency of human teeth and dental restorative materials and its clinical relevance. *Journal of Biomedical Optics*, 20(4), 045002.
- Lee, Y. K. (2007). Influence of scattering/absorption characteristics on the color of resin composites. *Dental Materials*, 23(1), 124-31.
- Lehtinen, J., Laurila, T., Lassila, L. V. J., Vallittu, P. K., Rätty, J. y cols. (2008). Optical characterization of bisphenol-A-glycidylmethacrylate–triethyleneglycoldimethacrylate (BisGMA/TEGDMA) monomers and copolymer. *Dental Materials*, 24(10), 1324–1328.
- Maghaireh, G. A., Alzraikat, H. y Taha, N. A. (2016). Satisfaction with Dental Appearance and Attitude toward improving Dental Esthetics among Patients attending a Dental Teaching Center. *The Journal of Contemporary Dental Practice*, 17(1), 16–21.
- Miotti, L. L., Santos, I. S., Nicoloso, G. F., Pozzobon, R. T., Susin, A. H. 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. B., Wu, D. y Holmes, B. N. (2003). An application of nanotechnology in advanced dental materials. *Journal of the American Dental Association (1939)*, 134(10), 1382–1390.
- Munsell, A. H. (1905). *A Color Notation* (2nd ed.). Geo. H. Ellis Co.
- Naeimi Akbar, H., Moharamzadeh, K., Wood, D. J. y van Noort, R. (2012). Relationship between Color and Translucency of Multishaded Dental Composite Resins. *International Journal of Dentistry*, (2012), Article ID 708032.
- Nathanson, D. y Paravina, R. D. (2011). Of colors and teeth. *Journal of Dentistry*, 39 Suppl 3(SUPPL. 3), e1.

Navajas Rodríguez de Mondelo, J. M., Lucena Martín, C., Navajas Nieto, C. y Pulgar Encinas, R. M. (2008). Particularidades ópticas y morfológicas de los dientes que les confieren individualidad. *Revista Europea de Odontoestomatología*.

Ota, M., Ando, S., Endo, H., Ogura, Y., Miyazaki, M. y cols. (2012). Influence of refractive index on optical parameters of experimental resin composites. *Acta Odontologica Scandinavica*, 70(5), 362–367.

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

Paravina, R. D., Ontiveros, J. C. y Powers, J. M. (2002). Curing-dependent changes in color and translucency parameter of composite bleach shades. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 14(3), 158–166.

Parrini, S., Rossini, G., Castroflorio, T., Fortini, A., Deregibus, A. y cols. (2016). Laypeople's perceptions of frontal smile esthetics: A systematic review. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 150(5), 740–750.

Perdigão, J., Araujo, E., Ramos, R. Q., Gomes, G. y Pizzolotto, L. (2021). Adhesive dentistry: Current concepts and clinical considerations. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 33(1), 51–68.

Perez, B. G., Miotti, L. L., Susin, A. H. y 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.

Perez, B. G., Pérez, M. M., Ruiz-López, J., Gaidarji, B. y Durand, L. B. (2023). Effect of layering strategy and prolonged water aging on masking ability of composite resins. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 130(5), 745.

Peumans, M., & Tapia Guadix, J. (n.d.). *Essentia*® de GC. http://gclatinamerica.com/assets/doctos/descargas/120/MAN_Essentia_Clinical_Guide_es.pdf. (Consultado el 7 de julio, 2022)

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

- Rodriguez G, Douglas R, Pereira S, & Natalie A. (2008). Evolución y tendencias actuales en resinas compuestas. *Acta Odontológica Venezolana*, 46(3), 381–392.
- Ryan, E.-A., Tam, L. E. y McComb, D. (2010). Comparative translucency of esthetic composite resin restorative materials. *Journal of the Canadian Dental Association*, (2010), 76-84.
- Sabatini, C. (2015). Color Stability Behavior of Methacrylate-based Resin Composites Polymerized with Light-emitting Diodes and Quartz-Tungsten-Halogen. *Operative Dentistry*, 40(3), 271–281.
- Sarver, D. M. y Ackerman, J. L. (2000). Orthodontics about face: the re-emergence of the esthetic paradigm. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 117(5), 575–576.
- Schmeling, M., Meyer-Filho, A., Mac, A. y Baratieri, L. N. (2010). Chromatic influence of value resin composites. *Operative Dentistry*, 35(1), 44–49.
- Sharma, G., Wu, W. y Dalal, E. N. (2005). The CIEDE2000 color-difference formula: Implementation notes, supplementary test data, and mathematical observations. *Color Research & Application*, 30(1), 21–30.
- Ten Bosch, J. J. y Coops, J. C. (1995). Tooth color and reflectance as related to light scattering and enamel hardness. *Journal of Dental Research*, 74(1), 374–380.
- Terry, D. A. (2003). *Color matching with composite resin: a synchronized shade comparison. Practical Procedures & Aesthetic Dentistry*, 15(7), 515-21
- Valdivieso, J., Arias, R., Corral, C., Fernández, E., Estay, J. y cols. (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.
- Villarroel, M., Fahl, N., de Sousa, A. M. y de Oliveira, O. B. (2011). Direct esthetic restorations based on translucency and opacity of composite resins. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 23(2), 73–87.

VITA Easyshade® V - Optimale Farbbestimmung, maximale Sicherheit. (n.d.). <https://www.vita-zahnfabrik.com/de/VITA-Easyshade-V-67617.html> (Consultado el 17 de mayo, 2024)

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

Yu, B., Ahn, J. S. y Lee, Y. K. (2009). Measurement of translucency of tooth enamel and dentin. *Acta Odontologica Scandinavica*, 67(1), 57–64.

Yu, B. y Lee, Y. K. (2008) (a). Differences in color, translucency and fluorescence between flowable and universal resin composites. *Journal of Dentistry*, 36(10), 840–846.

Yu, B., & Lee, Y.-K. (2008) (b). Translucency of varied brand and shade of resin composites. *American Journal of Dentistry*, 21(4), 229-32.