



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE ODONTOLÓGIA
DEPARTAMENTO DE ODONTOLÓGIA RESTAURADORA

**VARIACIÓN DE TRANSLUCIDEZ SEGÚN TÉCNICA DE
ESTRATIFICACIÓN: ESTUDIO COMPARATIVO DE DOS SISTEMAS DE
RESINA COMPUESTA A LAS 24 HORAS**

Pía Francisca Leiva Cerda

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

Tutor Principal: **Dr. Pablo Angel**
Tutores Asociados: **Dr. Javier Martín**
Dr. Cristian Bersezio

Adscrito a Proyecto FONDOR 2022/01

Santiago - Chile

2024



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE ODONTOLÓGIA
DEPARTAMENTO DE ODONTOLÓGIA RESTAURADORA

**VARIACIÓN DE TRANSLUCIDEZ SEGÚN TÉCNICA DE
ESTRATIFICACIÓN: ESTUDIO COMPARATIVO DE DOS SISTEMAS DE
RESINA COMPUESTA A LAS 24 HORAS**

Pía Francisca Leiva Cerda

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

Tutor Principal: **Dr. Pablo Angel**
Tutores Asociados: **Dr. Javier Martín**
Dr. Cristian Bersezio

Adscrito a Proyecto FONDOR 2022/01

Santiago - Chile

2024

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a todas y todos los cirujanos dentistas, con la esperanza de que el conocimiento compartido sirva para enriquecer nuestra práctica y calidad de atención que ofrecemos a nuestros pacientes.

También a mi familia y amigos, que me acompañaron durante todo el proceso para poder hacer esto posible.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco profundamente a todas las personas que han estado a mi lado en el transcurso de mi vida, por aportarme de su sabiduría y experiencia que me han llevado a convertirme en la persona que soy hoy.

En primer lugar, mi eterno agradecimiento a mi familia, que me aguantaron durante los 6 años de carrera, que me animaban a seguir, entre todos tratando de ayudarme a sacar adelante los ramos, incluso hasta ser mis pacientes cuando lo necesitaba, son lo máximo. Gracias mamá y papá, que han estado apoyándome incondicionalmente desde que tengo memoria, gracias por enseñarme a ser fuerte, a enfrentar mis miedos y cumplir mis sueños. Gracias a mis hermanos, que en los momentos en que los necesitaba, estaban a mi lado sacándome una sonrisa.

Gracias a mis amigos de la universidad, con los que estaba en todas! Ustedes son lo mejor que me ha dejado la universidad, y se que será para toda la vida. Fueron un pilar muy importante durante la carrera, hemos estado juntos en tantos procesos, celebrando nuestros logros y apoyándonos en los momentos difíciles. Ahora con orgullo puedo decir que lo logramos. Los quiero infinitamente.

A mis docentes de clínica, que hicieron que tuviera una experiencia maravillosa y que me encantara con la carrera. Fueron mis mentores, y me enseñaron mucho más que solo odontología. Gracias por enriquecerme de conocimiento e impulsarme a ir más allá.

A mis pacientes que siempre fueron muy responsables y atentos, que me permitieron aprender lo que aprendí.

A mis tutores de tesis, Dr. Pablo Angel y Dr. Javier Martín, por la dedicación que tuvieron durante todo el proyecto.

Índice

1. Resumen	7
2. Introducción	8
3. Marco teórico	
3.1 Propiedades ópticas de un objeto	10
3.1.1 Transmisión	10
3.1.2 Dispersión	10
3.1.3 Difracción	11
3.1.4 Reflexión	11
3.1.5 Refracción	11
3.2 Color	12
3.2.1 Espacios de color	12
3.3 Translucidez y opacidad	14
3.4 Color dentario	14
3.5 Mediciones de color	15
3.6 Alteraciones de color dentario	16
3.6.1 Alternativas de tratamiento para dientes con cambio de coloración	16
3.7 Resinas compuestas.....	16
3.7.1 Composición	17
3.7.2 Clasificación según tamaño de relleno inorgánico ...	18
3.7.3 Polimerización	19
3.7.4 Propiedades ópticas y técnica estratificada	20
3.8 Sistema de resina Filtek Z350 XT	22
3.9 Sistema de resina Essentia	23
4. Hipótesis	25
5. Objetivo general	25
6. Objetivos específicos	25
7. Metodología	
7.1 Características del estudio	26
7.2 Determinación del tamaño muestral	26
7.3 Obtención de muestras	26
7.4 Medición de color	28

7.5	Determinación de TP	29
7.6	Análisis estadístico	30
8.	Resultados	
8.1	TP inicial y 24 horas de resina Filtek Z350 XT y Essentia	31
8.2	Comparación de TP inicial de ambos sistemas de resina	32
8.3	Comparación de TP 24 horas de ambos sistemas de resina ..	33
8.4	Estratificaciones simples	34
8.5	Estratificaciones doble - triple	35
9.	Discusión	36
9.1	Comparación de ambos sistemas de resina	36
9.2	Aplicación clínica	40
10.	Estudios futuros	41
11.	Limitaciones	42
12.	Conclusiones	43
13.	Referencias bibliográficas	44

1. RESUMEN

Introducción: La translucidez de las resinas dentales es una propiedad esencial en la odontología estética, ya que permite imitar de manera efectiva la apariencia natural de los dientes. Esta característica es particularmente relevante en los sistemas de resina para estratificación, que buscan replicar la complejidad y la belleza de la estructura dental natural mediante capas de resina con diferentes opacidades. La capacidad de estos materiales para mantener estable esta propiedad es relevante para los resultados clínicos.

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 Essentia. Estas corresponden a todas las combinaciones posibles de opacidades de cada sistema (simple, doble y triple estratificación). Se realizó la medición de color a las 24 horas, bajo el sistema de color CIELAB, usando espectrofotómetro de irradiancia (Vita Easyshade) contra un fondo negro y un fondo blanco. Se calculó el parámetro de translucidez. Se utilizaron las pruebas estadísticas T de Student, ANOVA y post-hoc de Tukey HSD. Se consideraron estadísticamente significativos valores $p < 0,05$.

Resultados: Los dos sistemas mostraron comportamientos diferentes tras 24 horas de hidratación. La muestra LE no entregó resultados medibles dentro del espectro de color dentario. Todas las muestras de Filtek Z350 XT presentaron menor translucidez que las de Essentia a las 24 horas. En el sistema Filtek, los resultados de translucidez fueron similares para las diferentes técnicas de estratificación, mientras que en el sistema Essentia se observaron diferencias significativas según la combinación empleada.

Conclusión: La hipótesis se rechaza parcialmente. En el sistema Essentia, hubo variación de la translucidez según la técnica de estratificación y espesor de dentina, mientras que en el sistema Filtek Z350 XT, el tipo de estratificación no afectó la translucidez de manera notable, indicando que no hay impacto significativo según tipo de espesor estudiado. Además, el sistema Filtek Z350 XT presenta menor translucidez que el sistema Essentia tras 24 horas de hidratación. Estos comportamientos son atribuidos a la composición de cada sistema.

2. INTRODUCCIÓN

La translucidez de las resinas dentales es una propiedad esencial en la odontología estética, ya que permite imitar de manera efectiva la apariencia natural de los dientes. Esta característica es particularmente relevante en los sistemas de resina para estratificación, que buscan replicar la complejidad y la belleza de la estructura dental natural mediante capas de resina con diferentes opacidades. (Ryan E y cols, 2010).

La variación de translucidez que pueda experimentar una resina compuesta después de su inserción clínica, puede hacer variar los resultados clínicos pudiendo afectar severamente la integración estética obtenida inicialmente.

Por lo anterior, investigar y comparar la variación de la translucidez en diferentes sistemas de resina para estratificación es de gran importancia. En primer lugar, ayuda a los profesionales de la odontología a seleccionar los materiales más adecuados optimizando así los resultados estéticos. En segundo lugar, proporciona una base científica para el desarrollo y mejora de materiales dentales. Finalmente, permite una mejor comprensión de cómo las propiedades ópticas de cada resina afecta la percepción del color y la apariencia general de las restauraciones dentales. (Della Bona A y cols, 2009).

Actualmente, se sabe que la translucidez de las resinas compuestas depende de varios factores intrínsecos, como la composición del material, el tamaño y la distribución de las partículas de relleno, y el índice de refracción de los componentes. Además, factores extrínsecos como el método de polimerización y el espesor de las capas aplicadas también influyen en la translucidez final de la restauración. Aunque se han realizado numerosos estudios sobre las propiedades ópticas de las resinas compuestas, existe una variabilidad significativa en los resultados debido a las diferencias en las metodologías y los sistemas de resina evaluados. (Ferracane JL, 2011)

A pesar de estos avances, todavía existen vacíos en el conocimiento sobre cómo diferentes sistemas de resina para estratificación se comportan en términos de su translucidez a través del tiempo, especialmente a las 24 horas iniciales.

El presente trabajo pretende aportar al conocimiento de este fenómeno a través de un estudio comparativo de la variación de la translucidez de dos sistemas de resina para estratificación bajo condiciones controladas. Los resultados de este estudio proporcionarán datos valiosos para los odontólogos, permitiéndoles tomar decisiones más informadas sobre la selección de alguno de los dos y contribuyendo al avance del conocimiento en el campo de la odontología estética.

3. MARCO TEÓRICO

La apariencia física juega un rol importante en las interacciones interpersonales, donde los dientes y la sonrisa destacan como uno de los elementos más atractivos del rostro. Este aspecto visual tiene una influencia considerable en cómo las personas se perciben a sí mismas, lo que a su vez afecta su evolución en el ámbito social. (Armalaite y cols, 2018).

Es por esto que las exigencias estéticas de los pacientes han cambiado con el tiempo, y la odontología ha tenido que ir evolucionando con aquello. Actualmente uno de los principales objetivos de los tratamientos es conseguir estética y armonía, queriendo lograr restauraciones que se vean lo más naturales posible. Debido a esto se ha tenido que investigar nuevas técnicas y materiales que logren mejorar este requerimiento (Blatz y cols, 2019).

3.1 Propiedades ópticas de un objeto

Las propiedades ópticas de un objeto describen cómo el objeto interactúa con la luz que incide sobre él. Estas propiedades son esenciales para determinar cómo percibimos visualmente el objeto y cómo se comporta la luz al entrar en contacto con él. (Pont S, 2019)

3.1.1 Transmisión

La transmisión se refiere al paso de la luz a través de un medio. Cuando la luz incide sobre una superficie, una parte puede ser reflejada y otra parte puede ser transmitida a través del medio. La cantidad de luz transmitida depende de las propiedades del medio y de la longitud de onda de la luz. (Stark G, 2006)

3.1.2 Difracción

La difracción es el fenómeno que ocurre cuando una onda de luz se encuentra con un obstáculo o una rendija y se desvía alrededor de estos. La difracción es más notable cuando el tamaño del obstáculo o la rendija es comparable a la longitud de onda de la luz. Este fenómeno puede causar patrones de interferencia y es crucial en la explicación de la naturaleza ondulatoria de la luz. (Pont S, 2019)

3.1.3 Dispersión

La dispersión es el fenómeno por el cual la luz blanca se separa en sus componentes de diferentes longitudes de onda (colores) al pasar a través de un material. Este efecto ocurre porque diferentes longitudes de onda de la luz se propagan a diferentes velocidades en un medio dado, lo que provoca que se desvíen en diferentes ángulos. (Stark G, 2006)

3.1.4 Reflexión

La reflexión es el fenómeno por el cual un rayo de luz incide sobre una superficie y rebota en otra dirección. La ley de la reflexión establece que el ángulo de incidencia es igual al ángulo de reflexión. La reflexión es lo que permite ver objetos no luminosos, ya que la luz que incide sobre ellos se refleja y llega a nuestros ojos. (Stark G, 2006)

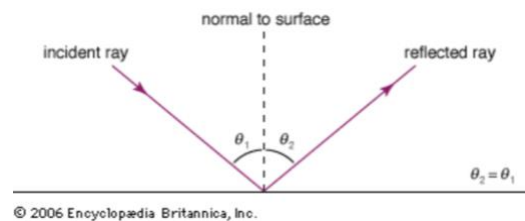


Figura 1. Esquema de reflexión de un rayo de luz (Stark G, 2006)

3.1.5 Refracción

La refracción es el cambio de dirección que experimenta un rayo de luz al pasar de un medio a otro con diferente densidad óptica, debido a un cambio en su velocidad. Este fenómeno se observa, por ejemplo, cuando un rayo de luz pasa del aire al agua, causando que el rayo se desvíe. La cantidad de desviación depende del índice de refracción de los medios involucrados. (Stark G, 2006)

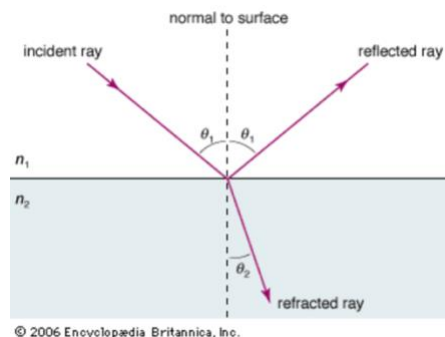


Figura 2. Esquema de refracción de un rayo de luz (Stark G, 2006)

Estas propiedades ópticas combinadas afectan la apariencia visual del objeto, revelando tanto su color como su grado de translucidez.

3.2 Color

El color es una experiencia sensorial visual, provocada por la luz al reflejarse en un objeto. Cada objeto absorbe una cantidad de luz, o, propiamente dicho, del espectro lumínico. Aquella luz que no es absorbida se remite o rebota hasta llegar a nuestros ojos, donde su energía es absorbida por los fotorreceptores de la retina y convertido en una señal interpretada por el cerebro como un estímulo visual (Joiner y Wen, 2017). Para comprender mejor esta percepción del color, es útil explorar los distintos sistemas de espacios de color que se utilizan para definir y clasificar los colores.

3.2.1 Espacios de color

Un sistema de color bastante utilizado actualmente es el sistema de Munsell, el cual se basa en los pasos de la percepción visual, definiendo cualquier color como un punto dentro del espacio de color tridimensional de Munsell. (Chang J y cols, 2012). Las tres dimensiones de este sistema son Hue (Tono), Chroma (Croma) y Value (Valor):

- a) Hue, o tono, se refiere al color de un objeto. Está directamente relacionado con la longitud de onda de luz observada (rojo, amarillo, verde, azul y morado) (Vadher, 2014).
- b) Chroma, o saturación, se refiere a la pigmentación o intensidad de un color. (Vadher, 2014)
- c) Value, o luminosidad, muestra la cantidad de luz que forma la imagen en blanco y negro del objeto observado, que va desde un valor máximo, blanco, hasta un valor mínimo, negro. (Vadher, 2014)

Fue el primer sistema en separar tono, valor y croma en dimensiones perceptualmente uniformes e independientes, y también fue el primero en ilustrar sistemáticamente los colores en un espacio tridimensional. (Chang J y cols, 2012)

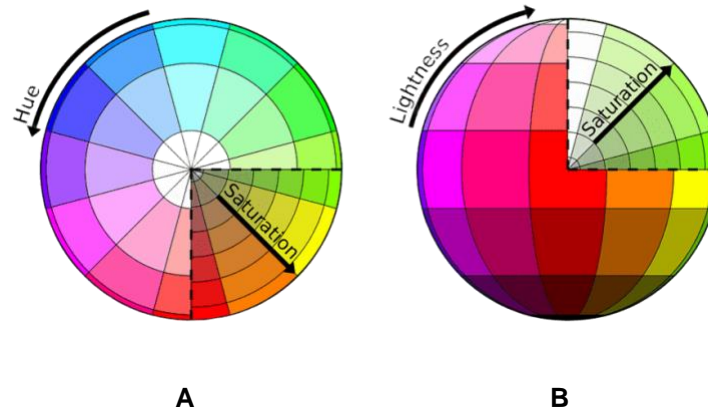


Figura 3. Esfera de color de Munsell, 1905

A) Vista superior B) Vista frontal

Por otro lado, la Commission Internationale de l'Eclairage (CIE) desarrolló el espacio de color CIELab, el cual se utiliza generalmente en la investigación del color, diseñado para mediciones más precisas. (Polo-Gómez Cy cols, 2016).

Una tonalidad específica se define por su ubicación dentro del sistema CIELAB utilizando tres coordenadas: L^* , a^* y b^* . La escala de colores CIELAB es una escala de colores aproximadamente uniforme.

El valor L^* oscila en el eje vertical, con un máximo de 100 que representa el blanco y un mínimo de 0 que representa el negro. Los ejes a^* y b^* no tienen límites numéricos específicos. Un valor positivo de a^* indica el color rojo, mientras que un valor negativo de a^* indica el color verde. De manera similar, un valor positivo de b^* indica el color amarillo, y un valor negativo de b^* indica el color azul. (Polo-Gómez C y cols, 2016)

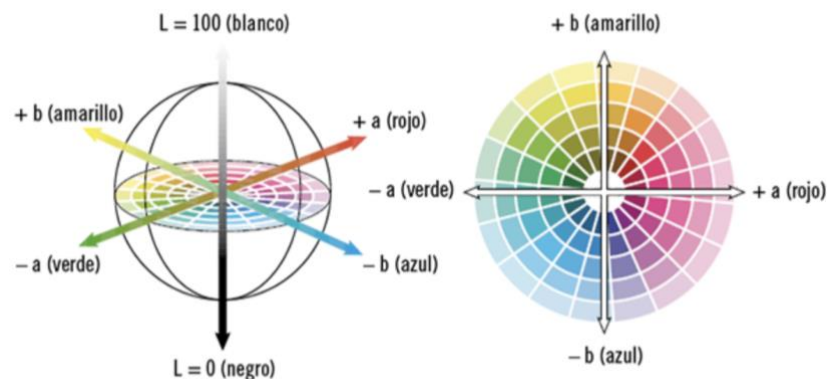


Figura 4. Modelo de espacio de color CIELAB, commission Internationale de l'Eclairage, 1976.

3.3 Translucidez y opacidad

La translucidez se refiere a la cantidad relativa de luz que se transmite o se difunde desde la superficie de un sustrato a través de una unidad de espesor del material (Lee, 2015); en otras palabras, es la propiedad de un material que permite el paso de la luz. En contraste, la opacidad es una propiedad que impide el paso de la luz, absorbiendo parte de ella y reflejando el resto (Johnston, 2014). Para Munsell la translucidez es la cuarta dimensión del color y la define como una zona intermedia entre los cuerpos transparentes que permiten el completo paso de la luz, y los opacos que bloquean el paso de la luz (Ardu S y cols, 2019).

Existen varios índices para medir la translucidez, como el parámetro de translucidez (TP). El TP se define como la diferencia de color observada para un material en un espesor específico, cuando se evalúa ópticamente en un fondo ideal en blanco y negro (Johnston, 2014). Se calcula mediante la siguiente fórmula:

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

3.4 Color y translucidez dental

La apariencia visual de los dientes está influenciada por una combinación de su color intrínseco y la presencia de manchas extrínsecas que puedan formarse en la superficie del diente.

El color intrínseco de un diente está determinado por cómo se dispersa y absorbe la luz en la superficie y dentro de las estructuras del diente. El esmalte es un tejido translúcido que se dispersa, y la luz que lo ilumina puede seguir trayectorias luminosas muy irregulares a través del diente antes de emerger en la superficie de incidencia y llegar al ojo del observador. El esmalte, al ser translúcido, no oscurece completamente el color de la dentina subyacente, por lo tanto, la dentina tiene un papel importante en la determinación del color general del diente (Van Der Burght y cols, 1990).

Además, existen múltiples factores que afectan la translucidez; los dientes jóvenes tienen un menor grado de calcificación y una mayor cantidad de textura superficial

del esmalte, lo que resulta en dientes más blancos u opacos; mientras que en dientes con mayor edad hay un mayor contenido mineral y menores espesores de esmalte (Johnston, 2014).

3.5 Medición de color dentario

Para evaluar de manera precisa estas variaciones de color y translucidez en los dientes, se emplean diversos métodos de medición del color de los dientes, desde comparaciones visuales, utilizando guías de color, hasta el uso de instrumentos para mediciones, como espectrofotómetros, colorímetros, espectroradiómetros, entre otros.

Los espectrofotómetros miden la cantidad de energía luminosa reflejada por un objeto a intervalos de 1 a 25 nm a lo largo del espectro visible, y pueden convertir la reflectancia espectral medida en coordenadas de color (CIELAB) y en varios valores de color dental. Puede ser un solo tono o mapear diferencias sutiles de tono en la superficie del diente. (Chen H y cols, 2012)

Hay varios espectrofotómetros comerciales disponibles para aplicaciones clínicas, con diferentes diseños, software y producción de datos. Varios estudios publicados comparan la repetibilidad y precisión de varios instrumentos; por ejemplo, se ha demostrado que la repetibilidad de los espectrofotómetros SpectroShade y VITA Easyshade para medir pestañas de color *in vitro* es del 96,9 % y 96,4 % respectivamente, y su precisión del 80,2 % y 92,6% respectivamente, lo cual es considerado un resultado satisfactorio (Sarafianou A y cols, 2012). La importancia de estas mediciones se vuelve aún más evidente cuando consideramos las alteraciones del color dental, que representan una de las principales preocupaciones estéticas de los pacientes.



Figura 5 . Espectrofotómetro VITA Easyshade (VITA Zahnfabrik, H. Rauter GmbH & Co. KG, Säckingen, Alemania)

3.6 Alteraciones de color dentario

Las alteraciones de color u oscurecimiento de los dientes es una de las grandes insatisfacciones en los pacientes. Según estudios previos, la presencia de alteraciones de color de los dientes tiene un impacto negativo en las percepciones de los rasgos y características de la personalidad, afectando su competencia social, capacidad intelectual y ajuste psicológico de las personas, lo que cobra gran importancia en la búsqueda de soluciones terapéuticas (Kershaw y cols, 2008).

3.6.1 Tratamientos para dientes con alteración de color

Existen diversas opciones de tratamiento para corregir cambios de color en los dientes, siendo el blanqueamiento dental el método más conservador y económico. Aunque es eficaz en muchos casos de alteración de color dental, no siempre se obtiene el resultado esperado, por lo que hay que recurrir a otros procedimientos. (Kwon, 2011; Lehr y cols., 2022).

Por otro lado, los tratamientos restauradores indirectos mediante carillas de cerámica ofrecen los mejores resultados estéticos, además de brindar mayor resistencia y durabilidad. Los avances tecnológicos han permitido que se requieran desgastes cada vez menos invasivos, posicionándose como una buena alternativa de tratamiento, sin embargo, hay un alto costo asociado (Basso G y cols, 2017).

Las resinas compuestas ofrecen un excelente potencial estético a un costo mucho menor, menos invasivas y más fáciles de reparar en el tiempo (Kahler B, 2022).

3.7 Resinas compuestas

Las resinas compuestas son el material de restauración directa más utilizado actualmente en la odontología. Su característica principal es la adhesión micromecánica a la estructura dental, lo que permite preparaciones cavitarias más conservadoras, preservando la estructura dental. Además es el material más estético para realizar restauraciones directas, debido a su amplia gama de colores que consigue imitar el color de los dientes naturales, presenta una adecuada resistencia al desgaste y una fácil manipulación (Zimmerli B y cols, 2010).

3.7.1 Composición de las resinas compuestas

Las resinas compuestas están formadas por una matriz orgánica, relleno inorgánico y un agente de unión o enlace.



Figura 6. Componentes fundamentales de la resina compuesta. Esquema general donde puede verse la matriz orgánica, las partículas de relleno y el agente de conexión.

(Rodríguez D y Pereira N, 2008)

a) Matriz orgánica

La matriz orgánica está constituida por monómeros, inhibidores, modificadores de color y un sistema iniciador/activador. El principal componente son los monómeros, responsables de formar una masa plástica que puede ser modelada para reponer la estructura dentaria perdida. Los principales monómeros son el Bis-GMA (Bisfenol-A-Glicidil Metacrilato) y el UDMA (dimetacrilato de uretano), ambos de alto peso molecular, así como los monómeros TEGDMA (dimetacrilato de trietilenglicol) y EGDMA (dimetacrilato de etilenglicol), ambos de bajo peso molecular.

Los inhibidores se agregan en pequeñas cantidades, y su función es evitar la polimerización espontánea de los monómeros. Esta fase es responsable de la contracción de polimerización y presenta desventajas como un alto coeficiente de expansión térmica lineal, alta contracción de polimerización, alta absorción de agua, bajas propiedades mecánicas y baja estabilidad de color.

Sin embargo, una ventaja de esta fase es la gran variedad de combinaciones de colores, lo que permite la reproducción fiel de las características de los dientes naturales gracias a la adición de modificadores de color, como pigmentos inorgánicos. (Anusavice K, 2004)

b) Relleno inorgánico

El relleno inorgánico tiene como función mejorar las propiedades mecánicas de las resinas compuestas y reducir la matriz orgánica, minimizando de esta forma sus principales desventajas, brindando mayor dureza, resistencia mecánica, resistencia al desgaste y estabilidad de color; además de reducir la contracción de polimerización, y la expansión y contracción térmica.

El tipo de relleno que contiene la mayoría de las resinas compuestas es de partículas de vidrio, las cuales logran equilibrio entre lograr resistencia mecánica y permitir un pulido óptimo. (Anusavice K, 2004)

c) Agente de unión

Son moléculas bifuncionales y anfóteras, capaces de establecer uniones químicas con compuestos diferentes, para establecer uniones entre la matriz orgánica y la matriz inorgánica. El compuesto principal es el silano. (Anusavice K, 2004)

3.7.2 Clasificación según tamaño de partículas inorgánicas

Las resinas se pueden clasificar según su relleno inorgánico. Una clasificación bastante utilizada es la de Lutz y Phillips, basada en el tamaño de las partículas de relleno. Los autores dividieron las resinas compuestas en macro relleno (partículas de 0,1 a 100 μ), micro relleno (partículas de 0,04 μ) y en composites híbridos (con rellenos de diferentes tamaños) (Hervás A y cols, 2006).

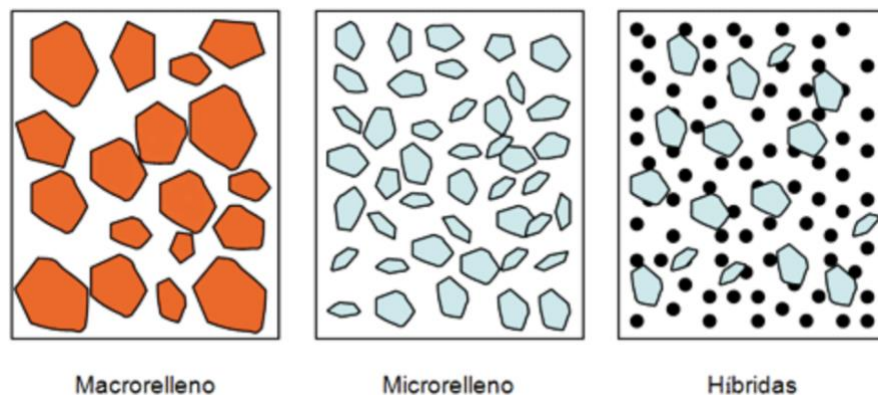


Figura 7. Esquema de clasificación de las resinas compuestas de Lutz y Phillips, 1983.

(Rodríguez D y Pereira N, 2008)

Con el fin de obtener resultados más estéticos, la odontología se enfocó en disminuir el tamaño de las partículas, para obtener mejores propiedades ópticas, pero

manteniendo la resistencia mecánica del material. Por esto se crearon los nanorellenos, que contienen partículas de tamaño entre 2-100 nm dispersas de manera individual, o bien, en “nanoclusters” que son aglomerados de partículas nanométricas con uniones holgadas. Estos aglomerados actúan como una sola unidad permitiendo una alta carga de relleno y alta resistencia. El uso de la nanotecnología en las resinas compuestas ofrecen alta translucidez, pulido superior, similar a las resinas de microrelleno pero manteniendo propiedades físicas y resistencia al desgaste equivalente a las resinas híbridas. (Rodríguez D y Pereira N, 2008; Alzraikat H y cols, 2018).

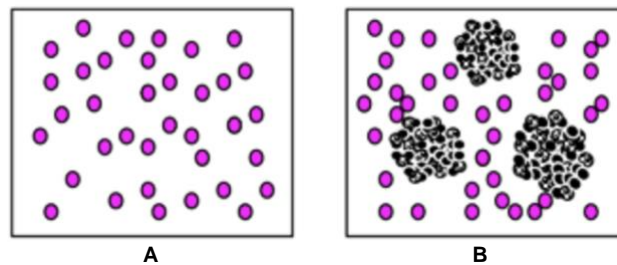


Figura 8. Esquema de tecnología de nanorelleno. (Rodríguez D y Pereira N, 2008)

A) Partículas nanométricas. B) Partículas nanocluster

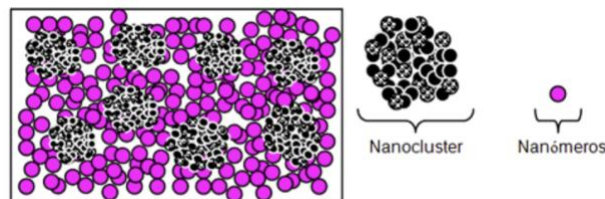


Figura 9. Disposición de partículas en resinas de nanorelleno

(Rodríguez D y Pereira N, 2008)

Además de estas innovaciones en el tamaño de las partículas de relleno, es fundamental comprender el proceso de polimerización de las resinas compuestas para optimizar su rendimiento y durabilidad.

3.7.3 Polimerización de resinas compuestas

La polimerización de los composites se divide en dos fases distintas: la fase lumínica y la fase oscura.

La fase lumínica comienza al aplicar luz, activando el sistema fotoiniciador. Comienza la etapa inicial, la fase pre gel, en donde la resina se encuentra en un

estado viscoplástico permitiendo el flujo de monómeros dentro de la matriz. Al alcanzar un punto gel, la resina se solidifica y se comienza a contraer, pasando a la fase post gel donde se vuelve rígida mientras continúa su contracción (Moradas M y Álvarez B, 2017).

Luego se da paso a la fase oscura de la polimerización, en la cual la resina sigue polimerizando después de apagar la luz inicial. Esta fase mejora el grado de conversión y comienza inmediatamente después de retirar la luz, extendiéndose hasta al menos 24 horas después de que cese el estímulo lumínico, incluso en completa oscuridad. Es crucial destacar que esta fase sólo ocurre después de la exposición previa de la resina a una fuente lumínica, lo cual desencadena la reacción inicial por luz (Moradas M y Álvarez B, 2017).

3.7.4 Propiedades ópticas y técnica estratificada

Los fabricantes de resinas compuestas se han visto obligados a desarrollar materiales con diferentes propiedades ópticas, debido a que el diente presenta diferentes capas que generan una profundidad en el color. Estas resinas reproducen las mismas profundidades del color, logrando mimetizar el defecto dental y a su vez consiguen que la luz tenga una misma reflectancia y transmitancia a la del diente natural (Della Bona A y cols, 2009; Oh W y cols 2009) .

Los requerimientos estéticos actuales nos indican que las técnicas multicapas son las que producen los mejores resultados clínicos. De esta forma emergen sistemas de resinas con grados variables de translucidez destinadas a imitar los distintos tejidos dentarios siendo etiquetadas por sus fabricantes como masas de esmalte, dentina u opaca, cuerpo o universal, translúcidas y efectos (Ryan E y cols, 2010).

Al aplicar capas de diferente saturación y opacidad, el color base de la restauración puede variar dependiendo de la combinación cromática, por ende hay que conocer a detalle la óptica de cada masa de resina (Hosoya Y y cols 2009) .

Para lograr los resultados estéticos deseados, se emplea la técnica de estratificación, donde los materiales más translúcidos se superponen sobre resinas opacas. Esta metodología permite crear una profundidad visual dentro de la

restauración, asegurando que el color no se limite sólo a la superficie visible. La importancia de esta técnica radica en que la apariencia final se logra mediante la combinación de capas y volúmenes de diferentes masas de resina, lo cual contribuye a un efecto estético natural. Por lo tanto, es fundamental considerar todas las opacidades antes de aplicar el primer incremento de resina en la cavidad, asegurando así alcanzar el resultado estético deseado (Villaroel M y cols, 2011; Analoui M y cols, 2004).

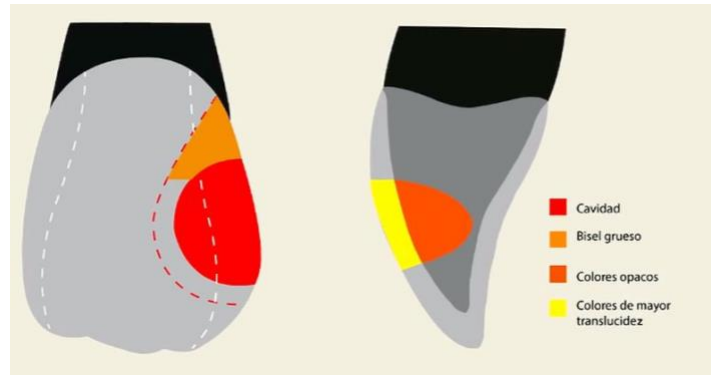


Figura 10. Esquema representativo de estratificación de resina.
(Tips. Claves en Odontología Estética, Ronaldo Hirata, 2012)

Es importante mencionar que el espesor del composite afecta la translucidez. A medida que el grosor de un composite translúcido cromático aumenta, el valor disminuye y el croma aumenta. Al aumentar el grosor de una resina compuesta opaca, tanto el valor como el croma aumentan. La percepción cromática de las estructuras translúcidas está muy relacionada con el fondo usado para su observación. El mismo cuerpo translúcido va a presentar diferencias cuando se pone sobre un fondo negro y blanco por separado debido a la absorción y reflexión selectiva de las longitudes de onda particulares del fondo (Villaroel M y cols, 2011).

Las propiedades ópticas de las resinas están influenciadas por otras cosas aparte del espesor, algunas, por ejemplo: composición de la matriz, cantidad de relleno y algunos otros aditivos, grado de pulido de la superficie. Esto puede ir variando según el sistema de resina y marca utilizada.

3.8 Sistema de resina Filtek Z350 XT

Dentro de los sistemas de resina que presenta la marca 3M está Filtek Z350 XT. Es una resina nanohíbrida activada por luz visible, diseñada por la marca 3M, para restauraciones directas en dientes anteriores y posteriores.

Su matriz orgánica está compuesta por los monómeros BIS-GMA, BIS-EMA, UDMA con pequeñas cantidades de TEGDMA.

El relleno contiene una combinación de relleno de nanosílice no aglomerado/no agregado de 20 nm y nanoclusters de zirconio/sílice de unión holgada constituido por aglomerados de partículas primarias de zirconio/sílice de 5-20 nm. La carga de relleno es de 78.5% por peso. Todos los tonos son radiopacos (3M ESPE, 2014).



Figura 11. Presentación comercial de resinas Filtek Z350 XT. (3M ESPE)

Se presenta en 4 opacidades, esmalte, dentina, body y translúcido. Cuenta con 8 tonalidades correspondientes a A1, A2, A3, A3.5, B2, B3, C2, OA3 (A3 opaco). La selección de tonos puede llevarse a cabo utilizando un colorímetro clásico de VITAPAN o con el colorímetro incluido del restaurador universal Filtek Z350 XT (3M ESPE, 2014).

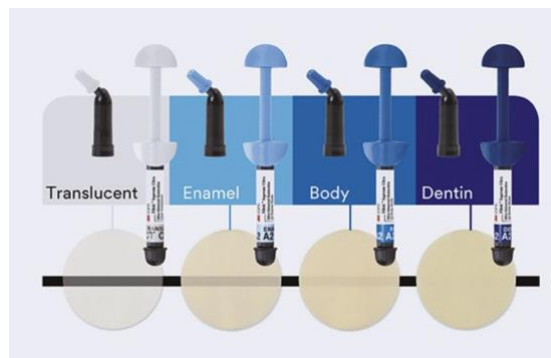


Figura 12. Opacidades del sistema de resina Filtek Z350 XT, ordenadas en orden decreciente según translucidez. (3M ESPE)

Según estudio de Miotti, el sistema de resina Filtek Z350 XT es el que ha mostrado mejores resultados clínicos en el enmascaramiento de sustratos oscuros mediante técnica estratificada. Sin embargo en este estudio no se hace mención de la translucidez de los sistemas utilizados sino de su color (Miotti y cols, 2017) .

3.9 Sistema de resina Essentia

Otro sistema disponible en el mercado es la resina compuesta Essentia, fabricada en Japón por la marca GC Corp. Cuenta con tres dentinas (Light Dentin, Medium Dentin, Dark Dentin) y a dos esmaltes (Light Enamel, Dark Enamel) para su estratificación. Utiliza relleno nanohíbrido con un porcentaje de 81% en peso para las masas esmalte y un un relleno microhíbrido de 76% en peso para las masas dentina, esta diferente composición según los fabricantes le permite al producto un alto rendimiento estético. (GC dental, 2019)



Figura 13. Presentación comercial de resinas Essentia. Abajo se observa una representación de las diferentes tonalidades que presenta este sistema de resina. (GC Dental, 2019)

En el presente estudio, se emplearon las siguientes opacidades de resina: Light Enamel y Light Dentin. Estas opacidades tienen una composición tal que le proporciona sus características específicas.

Light Enamel

- Matriz Orgánica: UDMA, Bis-MEPP, Bis-EMA, Bis-GMA, TEGDMA.
- Relleno Inorgánico: Relleno pre-polimerizado (10nm), vidrio de bario (300nm), sílice pirógena (16nm). Constituye el 81% en peso.(GC dental, 2019)

Light Dentin

- Matriz Orgánica: UDMA, Bis-MEPP, Bis-EMA, Bis-GMA, TEGDMA.
- Relleno Inorgánico: Relleno pre-polimerizado (10 μm), vidrio de bario (300nm), sílice pirógena (16nm), vidrio de sílice (850nm). Constituye el 76% en peso. (GC dental, 2019)

Sabiendo que la forma y el tamaño de las partículas de relleno, así como el contenido de este, afectan significativamente las características de transmisión de la luz, incluyendo las características de difusión de luz, y color de las resinas compuestas (Arikawa H y cols, 2007), este estudio se propone determinar si la diferente composición y espesor de las opacidades de las resina Essentia y Filtek Z350 XT tienen efecto en la translucidez del material. Para esto, el presente estudio compara la translucidez de la resina Essentia con la resina Filtek Z350 XT, cuando son usadas de manera estratificada.

4. HIPÓTESIS

La presencia y aumento de grosor de los estratos dentina disminuyen la translucidez de las muestras y esta se mantiene constante las primeras 24 horas en sistema Filtek Z350 XT y Essentia.

5. OBJETIVO GENERAL

Comparar la translucidez del sistema de resina Filtek Z350 XT y resina Essentia en diferentes estratificaciones, en el momento inicial y a las 24 horas después.

6. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Determinar la translucidez inicial de cada combinación de opacidades de resina Filtek Z350 XT.
2. Determinar la translucidez inicial de cada combinación de opacidades de resina Essentia.
3. Determinar la translucidez a las 24 horas de cada combinación de opacidades de resina Filtek Z350 XT.
4. Determinar la translucidez a las 24 horas de cada combinación de opacidades de resina Essentia.
5. Comparar la translucidez inicial de las combinaciones de estratificación de resina Filtek Z350 XT y de resina Essentia .
6. Comparar la translucidez a las 24 horas de las combinaciones de estratificación de resina Filtek Z350 XT y de resina Essentia.

7. METODOLOGÍA

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 del 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 dió como resultado $n=3$ discos por grupo. Se decidió realizar 5 discos por grupo para prevenir posibles pérdidas de datos.

7.3 Obtención de muestras

Este estudio evaluó los sistemas de resinas compuestas Filtek Z350 XT y Essentia, ambos disponibles comercialmente con tonos de esmalte y dentina como opciones básicas. Los tonos seleccionados de cada sistema de resina se observan en la tabla 1.

Fabricante	Opacidades
Essentia (GC)	LD: Light dentin (D)
	LE: Light enamel (E)
Filtek Z350 XT (3M)	A2E: A2 Enamel (E)
	A2B: A2 Body (B)
	A2D: A2 Dentin (D)

Tabla 1. Opacidades de cada sistema seleccionadas para el estudio.

Se prepararon muestras de 1,5 mm de espesor y 11 mm de diámetro, combinando distintos espesores de resinas opacas y translúcidas (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.

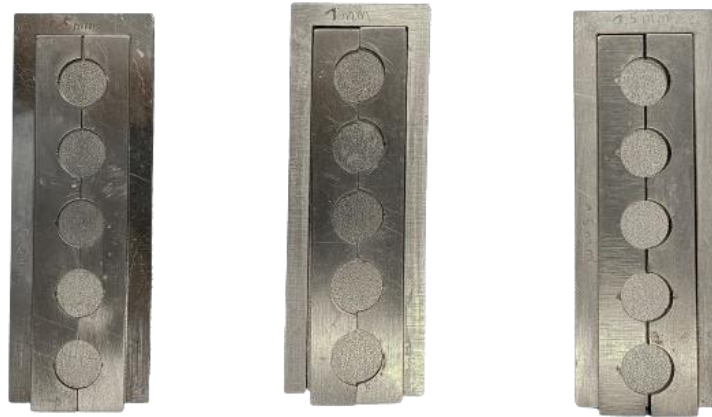


Figura 14. Matrices de acero inoxidable para realización de discos de 11 mm de diámetro.

A la izquierda se observa la matriz de 0,5 mm, seguido la de 1 mm y a la derecha de 1,5 mm de espesor.

Las 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 las superficies superior e inferior se aplanaron con tiras de Mylar y placas de vidrio con una carga estática de 1 kgf.

Para las 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. 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) y se fotopolimerizó.

Para las 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. Este disco se colocó dentro de la matriz de 1,0 mm de espesor y la cavidad resultante (0,5 mm) se completó con resina body (B) y se fotopolimerizó. Este disco de 1,0 mm se colocó dentro de la matriz de 1,5 mm de espesor y la cavidad resultante (0,5 mm) se completó con resina esmalte (E) y se fotopolimerizó.



Figura 15. Esquema representativo de los tipos de estratificaciones realizadas.

Cada capa de resina se fotopolimerizó durante 20 segundos con una lámpara LED con irradiancia de 1200 mW/cm² (Elipar DeepCure-L, 3M-ESPE). En forma inmediata, se midió la translucidez de cada una de las muestras, luego, las muestras se almacenaron en agua destilada durante 24 horas a 37°C, antes de realizar las mediciones siguientes.

Se obtuvieron setenta 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).

Fabricante	Técnica de estratificación (n=5)
Essentia (GC)	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)
Filtek Z350 XT (3M)	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)
0,5 mm D + 0,5 mm B + 0,5 mm E (TE)	

Tabla 2. Combinaciones posibles de estratos, simple estratificación (SE), doble estratificación (DE), triple estratificación (TE), de sistemas de resinas compuestas

7.4 Medición de color

Las mediciones de color se realizaron con un espectrofotómetro de punto (Vita Easyshade, VITA Zahnfabrik, H. Rauter GmbH & Co. KG).

Para establecer el parámetro de translucidez (PT), se midió 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) (Sun T y cols, 2012).



Figura 16. Tarjetas de calibración fotográfica Opteka utilizadas como fondo negro y blanco.

El color se registró de acuerdo al sistema de color CIELAB (CIE Technical Report, 2004) relativo al iluminante estándar D65 para el resultado de mediciones de color. Se midió sobre cada fondo (negro y blanco) por un evaluador calibrado en el uso del espectrofotómetro. Todas las medidas de color siguieron el patrón de estratificación clínica, con las capas esmalte hacia arriba. Los grupos con combinaciones de colores body y dentina siguieron la misma consideración que para la capa esmalte, con la capa de color body hacia la superficie para la lectura del color. Para cada muestra, se calculó el valor promedio de L^* , a^* y b^* de cada lectura de fondo.

El espectrofotómetro se calibró de acuerdo con las instrucciones del fabricante antes de realizar la medición del color.

7.5 Determinación de TP

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

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

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 (Johnston WM y cols, 1995).

7.6 Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó con el software IBM® SPSS® Statistics versión 21. Se analizaron los valores medios de TP de cada material inmediatamente después de preparadas las muestras y a las 24 horas. Se utilizó la prueba estadística de Shapiro-Wilk, para evaluar la distribución de los datos y de ANOVA y post-hoc de Tukey HSD para comparar los grupos. Se consideró estadísticamente significativo valores de $p < 0,05$.

8. RESULTADOS

8.1 Resultados de TP Inicial y 24 horas de resina Filtek Z350 XT y Essentia

	Muestra	TP Inicial		TP 24 horas		Prueba T para muestras relacionadas
		Promedio	Desviación estándar	Promedio	Desviación estándar	
FILTEK Z350 XT	1,5 E	28,12	1,39	14,55	2,63	0,00
	1,5 B	25,99	1,36	13,02	2,07	0,00
	1,5 D	13,93	2,48	11,99	5,87	0,38
	0,5 B / 1,0 E	30,92	9,90	13,80	0,91	0,02
	0,5 D / 1,0 E	20,32	1,29	9,40	1,07	0,00
	0,5 D / 1,0 B	20,13	1,65	14,03	4,33	0,01
	1,0 B / 0,5 E	26,56	1,05	13,56	0,81	0,00
	1,0 D / 0,5 E	18,27	0,94	10,19	3,98	0,01
	1,0 D / 0,5 B	15,62	0,92	8,37	1,47	0,00
	0,5 D / 0,5 B / 0,15 E	21,25	0,66	12,35	1,70	0,00
ESSENTIA	1,5 LE					
	1,5 LD	14,01	0,67	14,56	0,60	0,08
	0,5 LD / 1,0 LE	13,34	1,42	20,51	1,73	0,00
	1,0 LD / 0,5 LE	15,42	0,94	15,90	1,27	0,55

Tabla 3. Translucidez inicial y a las 24 horas de ambos sistemas de resina, expresado como promedio y desviación estándar. La última columna muestra el valor de p al comparar ambos tiempos mediante la prueba T.

Casi todas las combinaciones de Filtek Z350 XT disminuyeron su translucidez a las 24 hrs ($p < 0,05$), a excepción de la estratificación 1,5 D, en que la translucidez se mantuvo estable.

En las muestras de Essentia, no fue posible medir la translucidez de las muestras de solo Esmalte. En los otros grupos, las muestras de 0,5 LD/1,0 LE aumentaron su translucidez a las 24 horas ($p < 0,05$). Los otros grupos mantuvieron la translucidez inicial.

La estratificación 0,5LD/1,0LE es la única de toda la muestra que tuvo un aumento de su translucidez luego de transcurridas las 24 horas.

8.2 Comparación de TP Inicial de ambos sistemas de resina

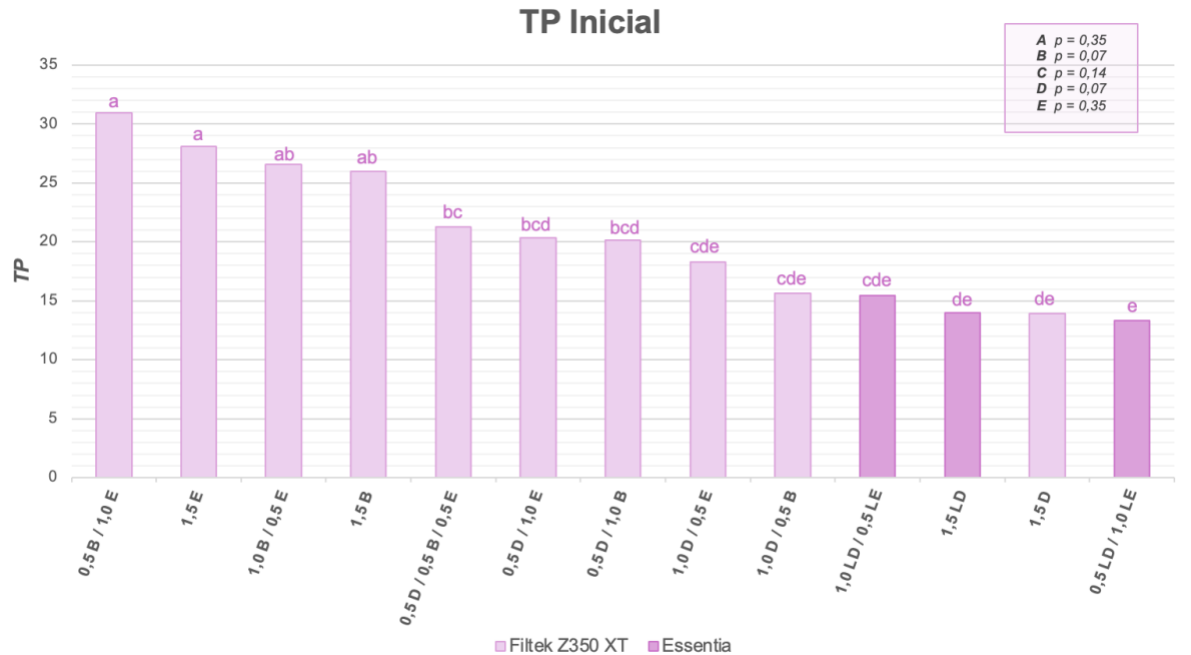


Gráfico 1. Translucidez inicial de los grupos. Letras iguales sobre las columnas indican que no hay diferencia estadísticamente significativa entre los grupos. Columnas claras representan las muestras de resina Filtek Z350 XT y columnas oscuras las de Essentia.

Al inicio las combinaciones que mostraron mayor translucidez fueron 0,5B/ 1,0E y 1,5E, similares a las demás muestras de Filtek Z350 XT sin dentina.

Las muestras con menor translucidez fueron 0,5LD/1,0LE, con resultados similares a 1,5D, 1,5LD, 1,0LD/0,5LE, 1,0D/0,5B y 1,0D/0,5E.

Las muestras de Filtek Z350 XT y Essentia que contienen al menos 1 mm de dentina muestran una similar o menor translucidez en comparación con las muestras de Filtek Z350 XT que contienen 0,5 mm de dentina o no contienen dentina.

8.3 Comparación de TP 24 horas de ambos sistemas de resina

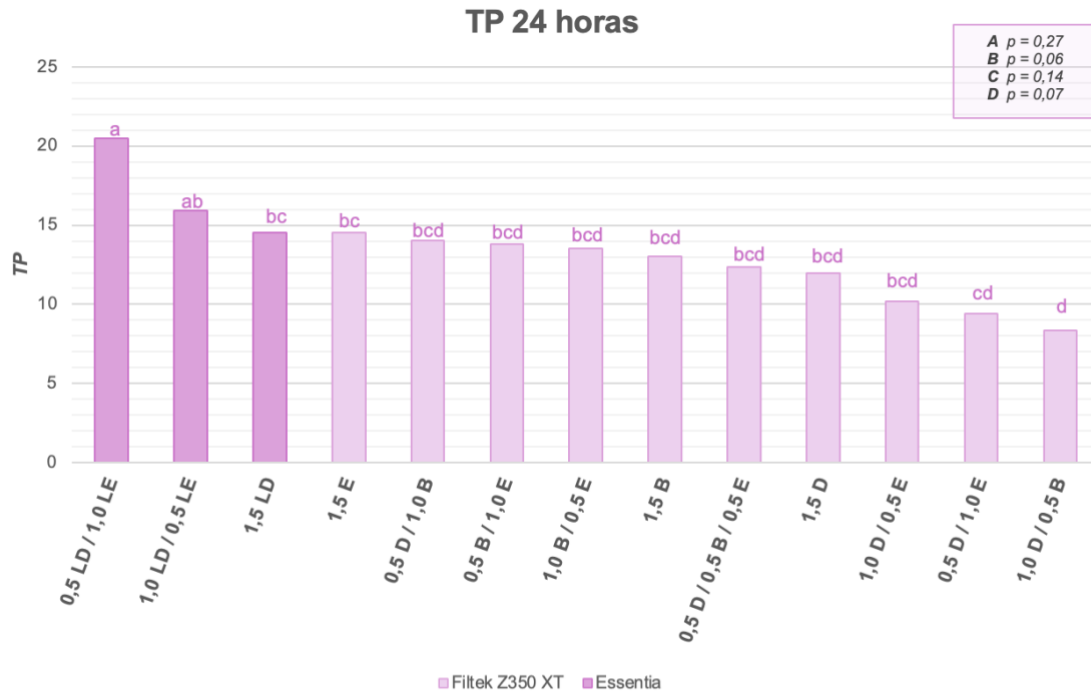


Gráfico 2. Translucidez 24 horas de los grupos. Letras iguales sobre las columnas indican que no hay diferencia estadísticamente significativa entre los grupos. Columnas claras representan las muestras de resina Filtek Z350 XT y columnas oscuras las de Essentia.

A las 24 horas las combinaciones que mostraron mayor translucidez fueron 0,5 LD/1,0LE y 1,0LD/0,5LE, pertenecientes a Essentia.

La que mostró menor translucidez fue 1,0D/0,5B de Filtek Z350 XT, con resultados estadísticamente similares a 0,5D/1,0E, 1,0D/0,5E, 1,5D, 0,5D/0,5B/ 0,5E, 1,5B, 1,0B/0,5E, 0,5B/1,0E y 0,5D/1,0B .

Casi todas las estratificaciones del sistema Filtek Z350 XT presentaron una translucidez similar, con resultados estadísticamente equivalentes. Sin embargo, se observaron diferencias significativas entre dos combinaciones: la estratificación 1,5 E mostró una mayor translucidez en comparación con la 1,0 D/0,5 B.

8.4 Estratificaciones simples

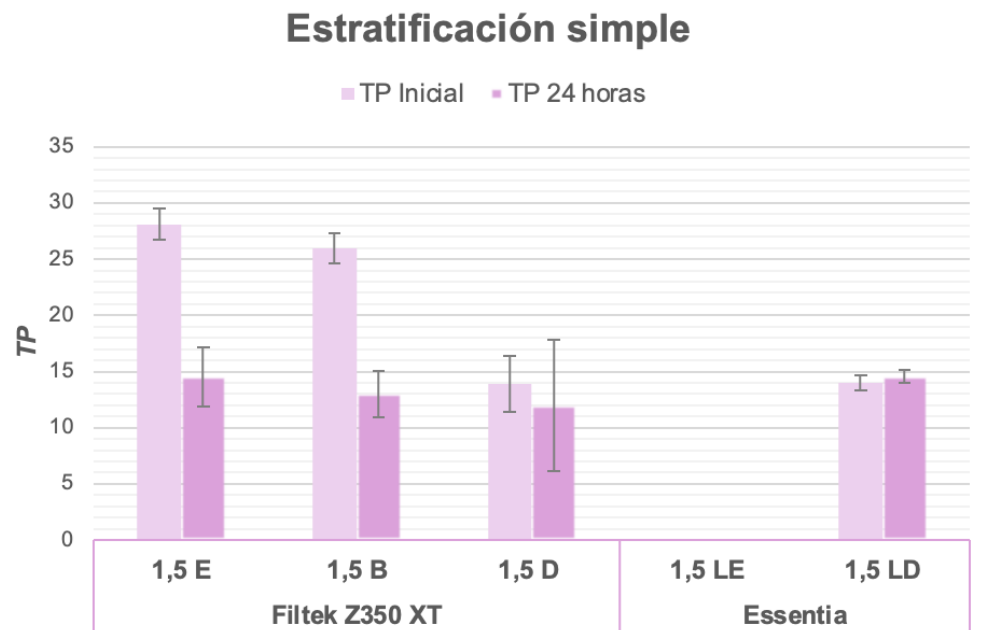


Gráfico 3. Translucidez inicial y 24 horas de todas las muestras de estratificación simple. A la izquierda las muestras de Filtek Z350 XT y a la derecha de Essentia. Columnas claras representan TP inicial y columnas oscuras TP 24 horas.

El gráfico 3 compara los resultados de TP inicial y 24 horas de las muestras de estratificación simple de ambos sistemas de resina.

Las muestras de monocapa de Filtek Z350 XT tuvieron valores de TP significativamente diferentes en la medición inicial, sin embargo, a las 24 horas todas las muestras de ese sistema tienen resultados estadísticamente similares.

Las muestras monocapa de dentina de ambos sistemas, 1,5 LD y 1,5 D, presentan resultados estadísticamente similares en la medición inicial y 24 horas.

Transcurridas 24 horas, todas las muestras monocapa, tanto de Filtek Z350 XT como Essentia, mostraron resultados estadísticamente similares.

8.5 Estratificaciones Dobles - Triple

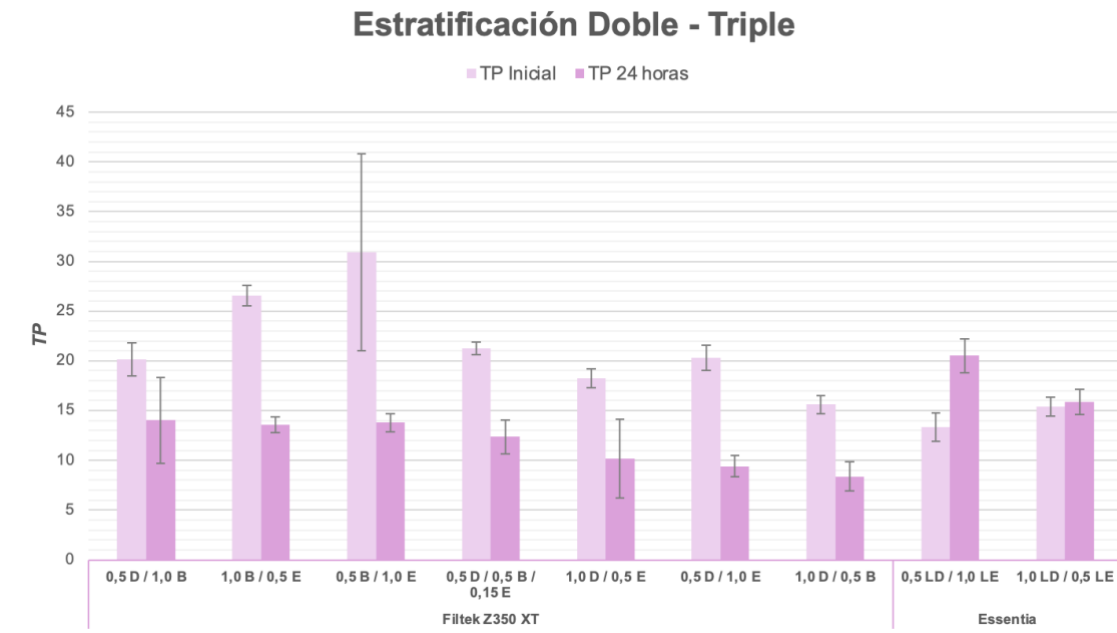


Gráfico 4. Translucidez inicial y 24 horas de todas las muestras de estratificación doble y triple. A la izquierda las muestras de Filtek Z350 XT y a la derecha de Essentia. Columnas claras representan TP inicial y columnas oscuras TP 24 horas.

El gráfico 4 compara los resultados de TP inicial y 24 horas de las muestras de estratificación doble y triple de ambos sistemas de resina.

Las combinaciones de Filtek Z350 XT mostraron inicialmente valores de translucidez más altos, pero después de 24 horas, estos valores disminuyeron significativamente. Las muestras de multicapa con mayor translucidez a las 24 horas fueron las de Essentia, con una diferencia significativa en relación a las muestras de Filtek Z350 XT.

Todas las estratificaciones multicapa tuvieron resultados similares dentro de su mismo sistema.

9. DISCUSIÓN

En este estudio se comparó el parámetro de translucidez del sistema de resina Filtek Z350 XT y el sistema de resina Essentia, en un tiempo inicial y a las 24 horas después de realizadas las muestras.

Al tiempo inicial el sistema Filtek Z350 XT presenta mayor translucidez que las resinas de Essentia, sin embargo, al transcurrir las 24 horas de hidratación, ambos sistemas tuvieron un comportamiento diferente. En el caso de Filtek Z350 XT hubo una disminución de la translucidez, obteniendo valores inferiores a Essentia, el cuál se mantuvo, e incluso en una muestra aumentó su translucidez.

Es importante destacar que la variación de translucidez no se ve afectada significativamente por la técnica de estratificación utilizada en el sistema de Filtek Z350 XT. Tanto si se aplica una estratificación simple, doble o triple, los resultados obtenidos son generalmente similares.

Por otro lado, en el sistema Essentia se observaron diferencias significativas según la incorporación de dentina en las muestras, y efectivamente la estratificación simple de dentina fue la que mostró una menor translucidez en comparación con otras muestras dentro del mismo sistema.

9.1 Comparación de ambos sistemas de resinas

Las muestras de resinas Filtek Z350 XT mostraron una reducción significativa en su translucidez después de 24 horas. Esto puede ser provocado por diferentes factores: en primer lugar, el proceso de polimerización que continúa en la fase oscura, la cual se estima que dura hasta 24 horas luego de aplicado el estímulo lumínico, lo que implica que las propiedades de las muestras no están completamente desarrolladas inmediatamente después de su fabricación, ya que continúa la conversión de monómero a polímero, alterando la densidad y disposición de la matriz de la resina compuesta. (Moradas M y Álvarez B, 2017). Además, después de la polimerización, las resinas compuestas tienden a absorber agua, lo que puede generar una modificación de la matriz que rodea el relleno inorgánico, provocando un cambio en su índice de refracción, lo cual podría explicar, desde un punto de vista estructural esta variación de su translucidez (Çelik E y cols, 2011).

Estos, entre diversos factores pueden haber llevado a una variación de la translucidez en el tiempo.

Sin embargo, contemplando los mismo factores ya mencionados, el sistema Essentia tuvo un comportamiento diferente, en donde dos muestras no tuvieron variación de translucidez entre ambas mediciones, mientras que una muestra tuvo un aumento en su translucidez. Esta diferencia en el comportamiento de la variación de translucidez podría estar asociada a diferencias en la composición entre ambos sistemas.

Respecto a las muestras de monocapa, en estudios previos, como el de Diamantopoulou, se ha observado que los tonos de esmalte de Essentia son más translúcidos y menos cromáticos, en comparación a otros sistemas de resinas (Diamantopoulou y cols, 2021). Esto también se manifestó en este estudio, ya que cuando se posicionaron las muestras de 1.5 LE sobre el fondo negro y fondo blanco, al ser muy translucidez hubo una muy alta percepción del color de fondo a través del material (Ferracane JL, 2011), y debido a que el espectrofotómetro VITA Easyshade sólo mide valores CIELab/CIELCh y determina el color dental dentro del espectro de color de las guías VITA 3D-Master y VITA clásica, no pudo detectar los datos para realizar la medición ya que este no estaba dentro de ese rango. (Berzesio C y cols, 2014; Tabatabaian F y cols, 2021).

En el caso de monocapas de Filtek Z350 XT, se observó que las muestras de Esmalte y Body tuvieron una disminución de su translucidez luego de transcurridas las 24 horas, quedando en valores similares a las muestras de Dentina. Esto difiere con los resultados de otros estudios, como el de Morel, que mostró que el tono de esmalte es el más translúcido, el de dentina más opaco, y el de body ofrece una translucidez intermedia entre ambos. (Morel L y cols, 2024). Finalmente, a las 24 horas todas las muestras monocapa de Filtek Z350 XT y Essentia tuvieron resultados similares.

Al analizar los resultados de ambos sistemas de resina, se observa que el sistema Essentia presenta mayor translucidez en comparación con el sistema Filtek Z350 XT a las 24 horas. Esto se puede deber a múltiples factores, dentro de estos la composición de cada resina. Como se mencionó anteriormente, las partículas de

relleno de las resinas Essentia son principalmente de sílice, mientras que en las resinas Filtek Z350 XT, además de sílice, incluye zirconia. Como menciona la evidencia, las partículas de sílice presentan un menor índice de refracción en comparación con las de zirconia, lo que tiende a dispersar la luz de manera más uniforme, resultando en una mayor translucidez, mientras que las partículas de zirconia dispersan la luz de manera más difusa, aumentando la opacidad del material. (Habib y cols, 2017; Vagkopoulou y cols, 2009; Lee Y, 2006).

Es importante tener en consideración que hay otros factores de la composición que también afectan la translucidez, como los monómeros. La evidencia relata que el Bis-Gma tiene un índice de refracción similar al relleno de las resinas, permitiendo un paso de luz más recto, y por ende aportando mayor translucidez. En cambio, el monómero UDMA es el que tiene un mayor índice refracción, por lo que las resinas con mayor proporción de este tienden a ser más opacas. Es por esto que hay que considerar la composición, tanto de la matriz como del relleno de las resinas compuestas, que varía en las diferentes marcas. (Azzopardi N y cols, 2009; Pereira L y cols, 2021)

Otra observación relevante que podemos extraer de este estudio es que, en el sistema de Essentia hay una variación de la translucidez según la técnica de estratificación empleada, a diferencia de Filtek Z350 XT, que las muestras de las diferentes estratificaciones presentaron resultados similares.

Las muestras de estratificación doble de Essentia obtuvieron resultados similares, mientras que la estratificación simple de dentina sí tuvo diferencia con las otras muestras. Este hallazgo demuestra la influencia de la dentina en la translucidez del material. Al evaluar el efecto del espesor de dentina, se observó que la estratificación simple de esmalte, que no contenía dentina, presentó una translucidez tan alta que resultó imposible de medir. En comparación, las muestras con estratificación doble mostraron valores de translucidez similares entre sí, además, las muestras con estratificación simple de dentina exhibieron los valores más opacos del conjunto, indicando que la incorporación de dentina impacta notablemente en la translucidez del resultado final. Este fenómeno puede estar relacionado con la composición de las resinas empleadas; el esmalte está formulado

con rellenos nanohíbridos, mientras que la dentina utiliza rellenos microhíbridos, que contienen partículas de mayor tamaño. La evidencia indica que los materiales con partículas de menor tamaño presentan una mayor translucidez, ya que permiten que la luz se transmita de manera más directa a través del material. Por el contrario, las partículas de mayor tamaño provocan más dispersión de la luz, lo que resulta en una menor translucidez y una mayor opacidad, similar a la observada en la muestra de dentina. (Arimoto A y cols, 2010; Horie K, 2012). Esta diferencia en la composición de las dos opacidades podrían generar esa variación de translucidez al incorporar y/o aumentar el espesor de la dentina.

En cambio, en las muestras de Filtek Z350 se observó un comportamiento diferente, donde no hubo diferencias estadísticas entre las diferentes combinaciones, lo cuál podría estar relacionado con la composición de las resinas; en este caso, las tres opacidades presentan nanorelleno con nanoclusters. Los resultados que presentaron las muestras multicapa del sistema Filtek concuerdan con investigaciones previas, como el estudio de Morel, que señala que las muestras en doble y triple capa exhibieron resultados de TP similares entre sí, al igual que los resultados en este estudio. (Morel L y cols, 2024).

Hay que considerar que las técnicas con multicapas también tienen relación con la translucidez. Según estudios de Horie, la técnica de estratificación afecta la translucidez del material de la restauración, debido a que al agregar incrementos de diferentes masas, cada una con su composición particular, se forma una interfase entre la unión de los estratos, que conduce a un aumento de la difusión de la luz a través del material, y por ende, también una reducción de la translucidez. (Horie K, 2012)

Sin embargo, en este estudio se observó que la estratificación y la incorporación de dentina en las muestras no siempre resultan en una reducción de la translucidez, lo que indica que la técnica de estratificación no tiene un impacto significativo en los resultados de translucidez en Filtek Z350 XT.

9.2 Aplicación clínica

Dentro de las aplicaciones clínicas que podemos desprender del presente estudio, podemos inferir que las resinas Filtek Z350 XT ofrecen una opción favorable para casos donde se requiere minimizar la translucidez de la restauración y la percepción del color de fondo del diente. Respecto a la técnica, hay bastante flexibilidad en la técnica de estratificación, ya que se demostró que en su mayoría hubo resultados similares.

Por otro lado, la propiedad de translucidez de las resinas Essentia tiene sus beneficios. Como menciona la evidencia, hay casos en que una mayor translucidez en una resina compuesta nos puede brindar resultados más estéticos porque imita de manera natural la luz que atraviesa los dientes naturales. Esto permite que la restauración refleje la luz de manera similar, creando una apariencia más natural. Además, facilita la creación de gradientes de color suaves y realistas, asegurando una integración visual armoniosa con los dientes adyacentes y una estética duradera a lo largo del tiempo. (Lee Y, 2016).

No obstante, en el uso de este sistema es fundamental considerar la técnica de estratificación empleada, ya que esta influencia de manera directa en el resultado final de la restauración. La correcta aplicación de la estratificación puede potenciar las propiedades estéticas del sistema Essentia, logrando una integración óptima con la estructura dental remanente y una apariencia visualmente armoniosa.

También hay que destacar que Essentia tuvo resultados más estables a las 24 horas en comparación con Filtek Z350 XT. Esta estabilidad es particularmente beneficiosa desde un punto de vista clínico, ya que proporciona resultados más predecibles y cercanos al resultado final al momento de la realización.

Por lo tanto, es esencial que el odontólogo tenga un conocimiento profundo y una comprensión detallada de las características y comportamientos de las diferentes opacidades dentro de cada sistema de resinas, para adaptar de manera personalizada su uso a las necesidades específicas de cada paciente, garantizando así un resultado final de alta calidad estética.

En consecuencia, la hipótesis se rechaza parcialmente. En el sistema Essentia, se observaron diferencias significativas en la translucidez según la técnica de estratificación empleada y el espesor de dentina de la muestra. Sin embargo, en el sistema Filtek Z350 XT, el tipo de estratificación no afectó la translucidez de manera notable. Esto indica que, aunque la cantidad de dentina influye en la opacidad en el sistema Essentia, no ocurre lo mismo en el sistema Filtek Z350 XT. Además, en ambos sistemas hubo un comportamiento diferente luego de las 24 horas de hidratación, en Filtek Z350 XT disminuyó la translucidez, mientras que en Essentia se mantuvo, e incluso en una muestra aumentó. Por lo tanto, la hipótesis inicial no se cumple completamente, ya que los efectos varían según el material utilizado y el tiempo transcurrido.

10. ESTUDIOS FUTUROS

Como se observó en este estudio, los dos sistemas de resina mostraron comportamientos diferentes en relación con la variación de la translucidez de las muestras tras 24 horas de hidratación. Este fenómeno puede estar influenciado por diversos factores, por lo que se sugiere realizar un análisis a nivel estructural para evaluar con mayor detalle este comportamiento. Además, dado que se observó una variación significativa en gran parte de las muestras con el paso del tiempo, se recomienda llevar a cabo un estudio de más de 24 horas. Este tipo de estudio permitirá evaluar cómo las variaciones en la translucidez afectan a las resinas a mediano y largo plazo, proporcionando una comprensión más profunda de su desempeño clínico.

Asimismo, sería valioso investigar si las otras saturaciones de ambos sistemas de resina presentan un comportamiento similar o si existen diferencias en su comportamiento. Este conocimiento adicional podría ser crucial para los clínicos al seleccionar materiales y técnicas adecuadas para cada caso específico.

Es necesario realizar más estudios enfocados en la translucidez de las resinas compuestas. Esta es una propiedad esencial para la estética de las restauraciones y puede proporcionar información valiosa a los clínicos para mejorar los resultados estéticos y funcionales en sus prácticas.

11. LIMITACIONES

A pesar de los esfuerzos por asegurar la validez y fiabilidad de los resultados obtenidos, este estudio presenta algunas limitaciones que deben ser consideradas al interpretar los hallazgos. En primer lugar, hubo una muestra que no pudo ser medida con el espectrofotómetro Vita Easyshade. Aunque el hecho de no poder ser medida es un resultado en sí mismo, no se obtuvieron valores precisos sobre lo que ocurrió con esa muestra. Por ello, se sugiere utilizar en futuros estudios un espectrofotómetro con mayor rango de lectura o un sistema de medición complementario para obtener datos más completos.

Además, al ser un estudio experimental in vivo, las variables estaban en un medio controlado, lo que dificulta la aplicación clínica en diversos ámbitos. Esto es particularmente relevante en la aplicación de la técnica estratificada, debido a la dificultad para lograr la precisión en el grosor de los incrementos de cada opacidad, así como a los factores propios del medio bucal que no pudieron ser incorporados en este estudio. Por tanto, los resultados obtenidos deben ser considerados como una guía para los clínicos en la selección de materiales y técnicas, más que como una recomendación definitiva.

12. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos, podemos concluir que el sistema de resina Filtek Z350 XT presenta menor translucidez que el sistema Essentia tras 24 horas de hidratación. En lo que respecta a la técnica de estratificación implementada, no se observó una correlación significativa entre el tipo de estratificación y la variación de la translucidez en el sistema Filtek Z350 XT, ya que las muestras mostraron resultados similares. Esto sugiere una mayor flexibilidad en la técnica de estratificación para este sistema.

Por otro lado, en el sistema Essentia, sí se observó una relación clara: un mayor espesor de dentina resultó en una disminución de la translucidez de la muestra. Por lo tanto, la técnica de estratificación empleada influye significativamente en la translucidez de la restauración con este sistema.

Esta diferencia de comportamiento en la variación de translucidez, tanto transcurridas 24 horas como en las diferentes combinaciones para estratificación, puede estar atribuida a la composición de cada sistema de resina.

Es crucial que el operador tenga un buen conocimiento del material a utilizar y de su comportamiento para poder realizar una restauración óptima. La comprensión de cómo la composición y la técnica de estratificación afectan la translucidez de las resinas compuestas permitirá a los clínicos tomar decisiones más informadas y obtener mejores resultados estéticos y funcionales en sus prácticas diarias.

13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 3M ESPE. (2017). Perfil técnico de producto 3M Filtek Z350 XT Restaurador universal. Cuidado Oral. <https://multimedia.3m.com/mws/media/7251770/tpp-filtek-z350-xt.pdf>
- Analoui, M., Papkosta, E., Cochran, M., & Matis, B. (2004). Designing visually optimal shade guides. *The Journal of prosthetic dentistry*, 92(4), 371–376. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2004.06.028>
- Anusavice, K. J. (2004). *Phillips' science of dental materials* (11^a ed.). Elsevier/Saunders.
- Ardu, S., Rossier, I., di Bella, E., Krejci, I., & Dietschi, D. (2019). Resin composite thickness' influence on L*a*b* coordinates and translucency. *Clinical oral investigations*, 23(4), 1583–1586. <https://doi.org/10.1007/s00784-018-2585-9>
- Arikawa, H., Kanie, T., Fujii, K., Takahashi, H., & Ban, S. (2007). Effect of filler properties in composite resins on light transmittance characteristics and color. *Dental materials journal*, 26(1), 38–44. <https://doi.org/10.4012/dmj.26.38>
- Arimoto, A., Nakajima, M., Hosaka, K., Nishimura, K., Ikeda, M., Foxton, R. M., & Tagami, J. (2010). Translucency, opalescence and light transmission characteristics of light-cured resin composites. *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials*, 26(11), 1090–1097. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2010.07.009>
- Armalaite, J., Jarutiene, M., Vasiliauskas, A., Sidlauskas, A., y cols. (2018). Smile aesthetics as perceived by dental students: a cross-sectional study. *BMC oral health*, 18(1), 225. <https://doi.org/10.1186/s12903-018-0673-5>
- Azzopardi, N., Moharamzadeh, K., Wood, D. J., Martin, N., & van Noort, R. (2009). Effect of resin matrix composition on the translucency of experimental dental composite resins. *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials*, 25(12), 1564–1568. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2009.07.011>
- Barakah, H. M., & Taher, N. M. (2014). Effect of polishing systems on stain susceptibility and surface roughness of nanocomposite resin material. *The Journal of prosthetic dentistry*, 112(3), 625–631. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2013.12.007>

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

Blatz, M. B., Chiche, G., Bahat, O., Roblee, R., Coachman, C., & Heymann, H. O. (2019). Evolution of Aesthetic Dentistry. *Journal of dental research*, 98(12), 1294–1304. <https://doi.org/10.1177/0022034519875450>

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

Cantín L, Mario, Vilos O, Cristian, & Suazo G, Iván. (2010). Nanodontología: el Futuro de la Odontología Basada en Sistemas Nanotecnológicos. *International journal of odontostomatology*, 4(2), 127-132. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-381X2010000200005>

Carrillo Sánchez, C., & Monroy Pedraza, A. M. (2009). Materiales de resinas compuestas y su polimerización. Parte 1. *Revista ADM*.

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

Chang, J. Y., Chen, W. C., Huang, T. K., Wang, J. C., Fu, P. S., Chen, J. H., & Hung, C. C. (2012). Evaluating the accuracy of tooth color measurement by combining the Munsell color system and dental colorimeter. *The Kaohsiung journal of medical sciences*, 28(9), 490–494. <https://doi.org/10.1016/j.kjms.2012.04.006>

Chen, H., Huang, J., Dong, X., Qian, J., He, J., Qu, X., & Lu, E. (2012). A systematic review of visual and instrumental measurements for tooth shade matching. *Quintessence international (Berlin, Germany : 1985)*, 43(8), 649–659.

CIE Technical Report. (2004). Colorimetry. CIE Pub No. 15:2004. Vienna: CIE Central Bureau

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

Curtis, A. R., Shortall, A. C., Marquis, P. M., & Palin, W. M. (2008). Water uptake and strength characteristics of a nanofilled resin-based composite. *Journal of dentistry*, 36(3), 186–193. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2007.11.015>

Da Costa, J., Vargas, M., Swift, E. J., Jr, Anderson, E., & Ritter, S. (2009). Color and contrast ratio of resin composites for whitened teeth. *Journal of dentistry*, 37 Suppl 1, e27–e33. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2009.05.005>

Della Bona, A., Barrett, A. A., Rosa, V., & Pinzetta, C. (2009). Visual and instrumental agreement in dental shade selection: three distinct observer populations and shade matching protocols. *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials*, 25(2), 276–281. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2008.09.006>

Diamantopoulou, S., Kakaboura, A., Margaritis, V., & Papazoglou, E. (2021). Color comparison of three layered resin composite systems with three shade guides. *Journal of esthetic and restorative dentistry : official publication of the American Academy of Esthetic Dentistry ... [et al.]*, 33(2), 323–340. <https://doi.org/10.1111/jerd.12610>

Dos Santos, G. B., Alto, R. V., Filho, H. R., da Silva, E. M., & Fellows, C. E. (2008). Light transmission on dental resin composites. *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials*, 24(5), 571–576. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2007.06.015>

Domínguez Soto, Julia María, Román Gutiérrez, Alma Delia, Prieto García, Francisco, & Acevedo Sandoval, Otilio. (2012). Sistema de Notación Munsell y CIELab como herramienta para evaluación de color en suelos. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 3(1), 141-155. Recuperado en 29 de julio de 2024, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342012000100010&lng=es&tlng=es.

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

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

Floriani, F., Brandfon, B. A., Sawczuk, N. J., Lopes, G. C., Rocha, M. G., & Oliveira, D. (2022). Color difference between the vita classical shade guide and composite veneers using the dual-layer technique. *Journal of clinical and experimental dentistry*, 14(8).

García Gargallo, M., Martínez Vázquez de Parga, J. A., & Celemín Viñuela, A. (2011). Propiedades estéticas de las resinas compuestas.

GC dental (2019). *Essentia de GC: guía clínica*. https://www.gc.dental/europe/sites/europe.gc.dental/files/products/downloads/essentia/manual/MAN_Essentia_Clinical_Guide_es.pdf.

Gómez-Polo, C., Portillo Muñoz, M., Lorenzo Luengo, M. C., Vicente, P., Galindo, P., & Martín Casado, A. M. (2016). Comparison of the CIELab and CIEDE2000 color difference formulas. *The Journal of prosthetic dentistry*, 115(1), 65–70. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2015.07.001> e615–e620. <https://doi.org/10.4317/jced.59759>

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

Hervás García, Adela, Martínez Lozano, Miguel Angel, Cabanes Vila, Jose, Barjau Escribano, Amaya, & Fos Galve, Pablo. (2006). Resinas compuestas: Revisión de los materiales e indicaciones clínicas. *Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal (Internet)*, 11(2), 215-220. Recuperado en 07 de diciembre de 2022, de http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1698-69462006000200023&lng=es&tlng=es.

Hirata, R. (2012). *Tips: Claves en odontología estética*. Editorial Médica Panamericana.

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

Hosoya, Y., Shiraishi, T., Oshiro, M., Ando, S., Miyazaki, M., & García-Godoy, F. (2009). Color characteristics of resin composites in different color modes and geometries. *Journal of oral science*, 51(1), 123–130. <https://doi.org/10.2334/josnusd.51.123>

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

Johnston W. M. (2014). Review of translucency determinations and applications to dental materials. *Journal of esthetic and restorative dentistry : official publication of the American Academy of Esthetic Dentistry ... [et al.]*, 26(4), 217–223. <https://doi.org/10.1111/jerd.12112>

Johnston, W. M., Ma, T., & Kienle, B. H. (1995). Translucency parameter of colorants for maxillofacial prostheses. *The International journal of prosthodontics*, 8(1), 79–86.

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

Kahler B. (2022). Present status and future directions - Managing discoloured teeth. *International endodontic journal*, 55 Suppl 4(Suppl 4), 922–950. <https://doi.org/10.1111/iej.13711>

Kalachandra, S., & Wilson, T. W. (1992). Water sorption and mechanical properties of light-cured proprietary composite tooth restorative materials. *Biomaterials*, 13(2), 105–109. [https://doi.org/10.1016/0142-9612\(92\)90004-8](https://doi.org/10.1016/0142-9612(92)90004-8)

Kershaw, S., Newton, J. T., & Williams, D. M. (2008). The influence of tooth colour on the perceptions of personal characteristics among female dental patients: comparisons of unmodified, decayed and 'whitened' teeth. *British dental journal*, 204(5), E9–257. <https://doi.org/10.1038/bdj.2008.134>

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

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

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

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

Lee Y. K. (2015). Translucency of human teeth and dental restorative materials and its clinical relevance. *Journal of biomedical optics*, 20(4), 045002. <https://doi.org/10.1117/1.JBO.20.4.045002>

Lee Y. K. (2016). Criteria for clinical translucency evaluation of direct esthetic restorative materials. *Restorative dentistry & endodontics*, 41(3), 159–166. <https://doi.org/10.5395/rde.2016.41.3.159>

Lehr, R. M., Perez, B. G., Gaidarji, B., Dalmolin, A., & Durand, L. B. (2022). Masking Ability of the Combined Application of Opaquers and Resin Composite on Discolored Backgrounds. *Operative dentistry*, 47(2), 225–235. <https://doi.org/10.2341/20-304-L>

Masotti, A. S., Onófrio, A. B., Conceição, E. N., & Spohr, A. M. (2007). UV-vis spectrophotometric direct transmittance analysis of composite resins. *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials*, 23(6), 724–730. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2006.06.020>

Melninkaitis, A., Tolenis, T., Mažulė, L., Mirauskas, J., Sirutkaitis, V., Mangote, B., Fu, X., Zerrad, M., Gallais, L., Commandré, M., Kičas, S., & Drazdys, R. (2011). Characterization of zirconia- and niobia-silica mixture coatings produced by ion-beam sputtering. *Applied optics*, 50(9), C188–C196. <https://doi.org/10.1364/AO.50.00C188>

Miotti, L. L., Santos, I. S., Nicoloso, G. F., Pozzobon, R. T., Susin, A. H., & Durand, L. B. (2017). The Use of Resin Composite Layering Technique to Mask Discolored Background: A CIELAB/CIEDE2000 Analysis. *Operative dentistry*, 42(2), 165–174. <https://doi.org/10.2341/15-368-L>

Moradas Estrada, M, & Álvarez López, 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).

Morel, L. L., de Holanda, G. A., Perroni, A. P., de Moraes, R. 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. <https://doi.org/10.1007/s10266-023-00842-9>

Mortazavi, H., Baharvand, M., & Khodadoust, A. (2014). Colors in tooth discoloration: A new classification and literature review. *International Journal of Clinical Dentistry*.261-272.

Nogueira, A. D., & Della Bona, A. (2013). The effect of a coupling medium on color and translucency of CAD-CAM ceramics. *Journal of Dentistry*, 41 Suppl 3, e18-23. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2013.02.005>

Oh, W. S., Koh, I. W., & O'Brien, W. J. (2009). Estimation of visual shade matching errors with 2 shade guides. *Quintessence international* (Berlin, Germany : 1985), 40(10), 833–836.

Paravina, R. D., Johnston, W. M., & Powers, J. M. (2007). New shade guide for evaluation of tooth whitening--colorimetric study. *Journal of esthetic and restorative dentistry : official publication of the American Academy of Esthetic Dentistry ... [et al.]*, 19(5), 276–283. https://doi.org/10.1111/j.1708-8240.2007.00118_1.x

Pont S. C. (2019). Light: Toward a Transdisciplinary Science of Appearance and Atmosphere. *Annual review of vision science*, 5, 503–527. <https://doi.org/10.1146/annurev-vision-091718-014934>

Pereira, L. D. E., Couto Neto, M. P., Pereira, R. G., & Schneider, L. F. J. (2021). Influence of resin matrix on the rheology, translucency, and curing potential of experimental flowable composites for bulk-fill applications. *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials*, 37(6), 1046–1053. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2021.03.003>

Powers, J. M., Dennison, J. B., & Lepeak, P. J. (1978). Parameters that affect the color of direct restorative resins. *Journal of dental research*, 57(9-10), 876–880. <https://doi.org/10.1177/00220345780570090701>

Rodriguez G, Douglas R, & Pereira S, Natalie A. (2008). Evolución y tendencias actuales en resinas compuestas. *Acta Odontológica Venezolana*, 46(3), 381-392. Recuperado en 03 de julio de 2024, de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-63652008000300026&lng=es&tIng=es.

Ryan, E. A., Tam, L. E., & McComb, D. (2010). Comparative translucency of esthetic composite resin restorative materials. *Journal (Canadian Dental Association)*, 76, a84.

Stark, G. (2006). Light. *Encyclopedia Britannica*. <https://www.britannica.com/science/light>

Sarafianou, A., Kamposiora, P., Papavasiliou, G., & Goula, H. (2012). Matching repeatability and interdevice agreement of 2 intraoral spectrophotometers. *The Journal of prosthetic dentistry*, 107(3), 178–185. [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(12\)60053-5](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(12)60053-5)

Sun, T., Shao, L. Q., Yi, Y. F., Deng, B., Wen, N., & Zhang, W. W. (2011). Nan fang yi ke da xue xue bao = *Journal of Southern Medical University*, 31(2), 259–261.

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

Vadher. (2014). Basics of Color in Dentistry: A Review. *IOSR Journal Of Dental And Medical Sciences*, 13(9), 78. <https://www.iosrjournals.org/iosr-jdms/papers/Vol13-issue9/Version-1/P013917885.pdf>

Van der Burgt, T. P., ten Bosch, J. J., Borsboom, P. C., & Kortsmid, W. J. (1990). A comparison of new and conventional methods for quantification of tooth color. *The Journal of prosthetic dentistry*, 63(2), 155–162. [https://doi.org/10.1016/0022-3913\(90\)90099-x](https://doi.org/10.1016/0022-3913(90)90099-x)

Vagkopoulou, T., Koutayas, S. O., Koidis, P., & Strub, J. R. (2009). Zirconia en odontología: primera parte. Descubriendo la naturaleza de una nueva biocerámica. *The European Journal of Esthetic Dentistry*, 2.

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

Zimmerli, B., Strub, M., Jeger, F., Stadler, O., & Lussi, A. (2010). Composite materials: composition, properties and clinical applications. A literature review. *Schweizer Monatsschrift fur Zahnmedizin = Revue mensuelle suisse d'odontostomatologie = Rivista mensile svizzera di odontologia e stomatologia*, 120(11), 972–986.