



FACULTADE DE MEDICINA  
E ODONTOLOXÍA

## Trabajo de Fin de Grado

**“Análisis de pulido mediante perfilometría de la rugosidad de composites estéticos y de relleno.”**

**“Análise do pulido mediante perfilometría da rugosidade de composites estéticos e de recheo”**

**“Polishing analysis using profilometry of the roughness of aesthetic and filling composites.”**

**Autor/a:** Verónica Moreno Sanjuan

**Tutor/a:** Berta Rivas Mundiña

**Co-tutor/a:** Cintia Micaela Chamorro Petronacci

**Departamento:** Cirugía y Especialidades Médico- Quirúrgicas

Defensa: Julio 2025

Trabajo de Fin de Grado presentado en la facultad de Medicina y Odontología de la Universidad de Santiago de Compostela para la obtención del grado en Odontología.

## Índice.

1. Resumen y palabras clave.....	3
2. Introducción.....	6
a. Materiales de restauración.....	6
b. Alteración del color en las resinas compuestas.....	8
c. Sistemas de pulido .....	9
d. Medición de la rugosidad de la superficie.....	11
3. Hipótesis de Trabajo y Objetivos.....	14
4. Material y métodos.....	14
a. Elaboración de las muestras.....	14
b. Pulido.....	15
c. Perfilometría óptica.....	18
d. Análisis estadístico.....	20
5. Resultados.....	22
6. Discusión.....	28
7. Conclusiones.....	31
8. Referencias Bibliográficas.....	32

## 1. RESUMEN

**Introducción y objetivos:** La supervivencia y el éxito clínico de las restauraciones dentales pueden verse afectados por las características y composición del material restaurador, la rugosidad de la superficie y el brillo. Los procedimientos de acabado y pulido son esenciales para el éxito clínico de las restauraciones, ya que la rugosidad de la superficie de los composites puede facilitar la formación de biopelículas y la adhesión de bacterias.

**Objetivo:** El objetivo principal de nuestro trabajo es comparar el pulido final de diferentes tipos de composites con los sistemas de pulido más frecuentemente utilizados.

**Material y Métodos:** Un total de 28 muestras fueron analizadas mediante perfilometría (Ra). Se establecieron un total de 7 grupos de diferentes tipos de composites. Para cada grupo se generaron 4 bloques en cubos de 0.4 cm de diámetro mediante una matriz preformada y lámpara de polimerización. Se utilizaron 7 bloques por cada sistema de pulido: con discos, copas de pulido, matriz de acetato y una muestra control sin pulir.

**Resultados:** La perfilometría media de todas las muestras fue 0,1718482  $\mu\text{m}$ . Las medias de perfilometría más bajas se obtuvieron con el composite SDI Wave HV (0,0551200  $\mu\text{m}$ ) y con el sistema de pulido con la matriz de acetato (0,0154100  $\mu\text{m}$ ). Asociando las variables de pulido y tipo de composite los mejores resultados de rugosidad se obtuvieron con el composite SDI Luna 2 con matriz de acetato (0,00342  $\mu\text{m}$ ). La perfilometría media obtenida fue estadísticamente superior en todas las muestras no pulidas ( $p=0.03$ ) comparado con las muestras pulidas con cualquiera de los sistemas estudiados.

**Conclusión:** Los resultados perfilométricos indican que la totalidad de las muestras pulidas con cualquiera de los sistemas de pulido presentaban un Ra inferior a 0,15  $\mu\text{m}$ . Ningún material de composite ha demostrado mejores resultados perfilométricos estadísticamente significativos tras el pulido con cualquiera de los sistemas estudiados.

**Palabras clave:** pulido de composite; acabado y pulido; perfilometría; sistemas de pulido.

## **RESUMO:**

**Introdución e obxectivos:** A supervivencia e o éxito clínico das restauracións dentais poden verse afectados polas características e composición do material restaurador, a rugosidade da superficie e o brillo. Os procedementos de acabado e pulido son esenciais para o éxito clínico das restauracións, xa que a rugosidade da superficie dos composites pode facilitar a formación de biopelículas e a adhesión de bacterias.

**Obxectivo:** O obxectivo principal do noso traballo é comparar o pulido final de diferentes tipos de composites cos sistemas de pulido máis frecuentemente utilizados.

**Material e Métodos:** Un total de 28 mostras foron analizadas mediante perfilometría (Ra). Establecéronse un total de 7 grupos de diferentes tipos de composites. Para cada grupo xeráronse 4 bloques en cubos de 0.4 cm de diámetro mediante unha matriz preformada e lámpada de polimerización. Utilizáronse 7 bloques por cada sistema de pulido: con discos, copas de pulido, matriz de acetato e unha mostra control sen pulir.

**Resultados:** A perfilometría media de todas as mostras foi 0,1718482  $\mu\text{m}$ . As medias de perfilometría máis baixas obtivéronse co composite SDI Wave HV (0,0551200  $\mu\text{m}$ ) e co sistema de pulido coa matriz de acetato (0,0154100  $\mu\text{m}$ ). Asociando as variables de pulido e tipo de composite os mellores resultados de rugosidade obtivéronse co composite SDI Luna 2 con matriz de acetato (0,00342  $\mu\text{m}$ ). A perfilometría media obtida foi estatisticamente superior en todas as mostras non puídas ( $p=0.03$ ) comparado coas mostras puídas con calquera dos sistemas estudados.

**Conclusión:** Os resultados perfilométricos indican que a totalidade das mostras puídas con calquera dos sistemas de pulido presentaban un Ra inferior a 0,15  $\mu\text{m}$ . Ningún material de composite demostrou mellores resultados perfilométricos estatisticamente significativos tras o pulido con calquera dos sistemas estudados.

**Palabras chave:** pulido de composite; acabado e pulido; perfilometría; sistemas de pulido.

## **ABSTRACT**

**Introduction and objectives:** The survival and clinical success of dental restorations can be affected by the characteristics and composition of the restorative material, surface roughness and gloss. Finishing and polishing procedures are essential for the clinical success of restorations, since the surface roughness of composites can facilitate biofilm formation and bacterial adhesion.

**Objective:** The main objective of our work is to compare the final polishability of different types of composites with the most frequently used polishing systems.

**Material and Methods:** A total of 28 samples were analyzed by profilometry (Ra). A total of 7 groups of different types of composites were established. For each group, 4 cube blocks of 0.4 cm diameter were generated using a preformed matrix and polymerization lamp. Seven blocks were used for each polishing system: with discs, polishing cups, acetate matrix and an unpolished control sample.

**Results:** The mean profilometry of all samples was 0.1718482  $\mu\text{m}$ . The lowest profilometry averages were obtained with the SDI Wave HV composite (0.0551200  $\mu\text{m}$ ) and with the polishing system with the acetate matrix (0.0154100  $\mu\text{m}$ ). Combining the polishing variables and type of composite, the best roughness results were obtained with the SDI Luna 2 composite with acetate matrix (0.00342  $\mu\text{m}$ ). The average profilometry obtained was statistically higher in all unpolished samples ( $p=0.03$ ) compared to samples polished with any of the systems studied.

**Conclusion:** The profilometric results indicate that all of the samples polished with any of the polishing systems had a Ra less than 0.15  $\mu\text{m}$ . No composite material has demonstrated statistically significant better profilometric results after polishing with any of the systems studied.

**Keywords:** polishing composite; finishing polishing; profilometry; polishing systems.

## **2. Introducción**

### Materiales de restauración

La odontología es una ciencia en continua evolución y la implementación de nuevas técnicas, protocolos y materiales es común en la clínica diaria [1]. La restauración dental es uno de los tratamientos más realizados en la clínica dental y un material restaurador ideal, es aquel con el que se logra una unidad íntima con el tejido dental remanente, reproduciendo sus características físicas y químicas y manteniendo el grado de translucidez junto con un color aceptable [2].

La amalgama dental ha sido un material utilizado tradicionalmente para el relleno de cavidades en piezas posteriores y sigue siendo un material de elección en algunos países por su eficacia y bajo coste. Sin embargo, existen preocupaciones en relación con el uso de este tipo de materiales por la liberación de mercurio y el impacto medioambiental que provoca su eliminación [3]. Además, según la última modificación del reglamento (UE) 2024/1849 del Parlamento Europeo y del Consejo sobre el mercurio, en lo que respecta a la amalgama dental, se prohíbe su uso como material restaurador a todo ciudadano de la Unión Europea a partir de enero de 2025, quedando además prohibida su fabricación e importación a partir del 30 de junio de 2026 [4].

En los últimos años, ha aumentado el uso de materiales liberadores de fluoruro para la restauración de caries y reconstrucción de muñones. Los cementos de ionómero de vidrio (CIV) cuyas características más importantes son la tolerancia a la humedad, tienen coeficiente de expansión térmica similar a la dentina y tienen la capacidad de liberar flúor. Otros materiales restauradores que liberan fluoruro además del ionómero de vidrio son las resinas compuestas modificadas con poliácidos (compómeros), giómeros y resinas compuestas que contienen fluoruro. Estos materiales restauradores resinosos presentan distintas fuentes de fluoruro, que varían según su composición, solubilidad y permeabilidad de la matriz de resina [5].

El material dental con mayor uso por su estética, propiedades, coste asequible, versatilidad y rendimiento clínico aceptable son los compuestos a base de resina [6]. Como material de obturación, es una alternativa estética a la amalgama, y sus propiedades mecánicas se han desarrollado lo suficiente como para restaurar piezas posteriores [3].

Las propiedades mecánicas dependen mayormente de la microestructura y la composición del composite, por ello, la cantidad, el tamaño, la morfología y la distribución del relleno y sus partículas son fundamentales para la elección de dicho material. Otros aspectos a tener en cuenta son las variaciones en la química de la matriz, ya que también pueden afectar a la resistencia y el módulo de flexión [1, 7, 8].

Los composites pueden clasificarse según el tamaño de sus partículas en micro relleno, macro relleno, híbrido y nano relleno [6].

La característica principal de los macrorellenos es la resistencia, aunque al presentar partículas más grandes son más difíciles de pulir en su superficie. Los microrellenos destacan por las cualidades estéticas que se puede alcanzar con ellos, produciendo mayor brillo en su superficie al contener partículas más pequeñas y por lo tanto una superficie muy lisa, aunque tienden a presentar un desgaste mayor ante las fuerzas abrasivas. La principal característica de los composites híbridos es la resistencia combinada con una mayor estética, ya que contiene partículas más pequeñas entre partículas de mayor tamaño. Por último, las características que representan a los composites de nano relleno es la estética superior y la buena resistencia al desgaste gracias a las nanopartículas que contiene [6].

El módulo de flexión hace referencia a la rigidez del material, y es un aspecto que debemos valorar a la hora de elegir un composite en situaciones de alto estrés, como restauraciones de tamaño mediano a grande en ubicaciones proximales y oclusales, o para el reemplazo de ángulos incisales o cúspides [1].

La resina compuesta contiene desventajas como la alta despigmentación, alta contracción de polimerización, ocasional sensibilidad postoperatoria y el desgaste acelerado en zona molar llevando a la pérdida anatómica oclusal. Sin embargo, son universalmente aceptados para restauraciones directas por su estética, capacidad de adhesión, longevidad y aislamiento térmico (especialmente en resinas compuestas fotopolimerizables) [1, 9, 10].

En la actualidad, existen patrones estéticos de una alta exigencia por parte de los pacientes [10] lo que convierte a las restauraciones estéticas en una parte importante de la práctica dental moderna [7]. Las características que presentan los materiales de restauración compuestos, como la rugosidad de la superficie, el brillo, la translucidez e incluso la estabilidad del color, van a determinar la estética de las piezas restauradas con ese material [10, 11, 15]. La tasa de supervivencia general de las restauraciones compuestas después de 10 años de seguimiento es superior al 75%. Esta tasa de supervivencia y longevidad del composite se considera alta siempre y cuando se cumpla con el protocolo de tratamiento.

Las caries secundarias, las fracturas o la degradación marginal son el principal motivo que requiere el reemplazo de la restauración compuesta [7]. La evidencia sugiere que la supervivencia de las restauraciones depende del tipo de material, del agente de unión y de las técnicas utilizadas, además de otros factores como los relacionados con el tipo de pieza, hábitos

del paciente, aspectos socioeconómicos e incluso factores relacionados con el profesional encargado de realizar o evaluar la restauración que pueden influir en la durabilidad de las mismas [7, 8]. Los procedimientos clínicos basados en la restauración con resina compuesta, deben realizarse con precisión y siguiendo los protocolos que recomienda el fabricante porque la principal causa del fracaso durante los 5 primeros años está relacionada con la técnica y la selección del material [1].

### Alteración del color en las resinas compuestas

El riesgo de tinción, decoloración y fractura es lo que delimita el éxito de las restauraciones compuestas. La decoloración de las resinas en el sector anterior es una desventaja para el odontólogo conservador y para los pacientes. Revisiones sistemáticas recientes, calculan una tasa de supervivencia de restauraciones compuestas en piezas anteriores entre el 54,4% y el 100% durante más de 3 años de seguimiento. La elevada discrepancia en las tasas de supervivencia se asocia a factores como son la dieta de los pacientes, el régimen de cepillado dental, el tipo de composite utilizado, el método de aplicación utilizado, la rugosidad superficial y la habilidad y experiencia del operador [12].

Las microfiltraciones presentes en las restauraciones defectuosas pueden conllevar a manchas en los márgenes de la restauración, aumento de la sensibilidad y caries secundarias [7, 9, 10, 16].

Existen diversas técnicas tanto visuales como instrumentales que permiten la evaluación de la estabilidad del color de las restauraciones. Los instrumentos como colorímetros, espectrofotómetros o cámaras digitales son los materiales de elección en la mayoría de los estudios para medir los cambios de color ( $\Delta E^*$ ) haciendo referencia a los estándares del sistema de la Comisión Internacional de Iluminación (CIE). En dichos estándares, el valor ( $L^*$ ) indica lo claro o lo oscuro que es un color, ( $a^*$ ) hace referencia al enrojecimiento y ( $b^*$ ) al grado de amarillo o azul [15]. Los instrumentos que permiten una medición objetiva en el cambio de color, ha permitido hacer una evaluación del cambio de coloración de las restauraciones dentales y el estudio de sus posibles factores.

Las modificaciones de color en las resinas compuestas se han relacionado con la absorción de agua, la reacción química, la dieta y los hábitos de fumar, la mala higiene oral y la rugosidad de la superficie de la restauración. Además, la evidencia sugiere que la composición de los materiales de restauración, las propiedades de las partículas y los procedimientos de acabado y

pulido son factores que van a marcar tanto la suavidad de la superficie como la susceptibilidad a la decoloración debido a factores externos [15].

### Sistemas de pulido

La dureza de la superficie está relacionada con el grado de rugosidad de la misma y predice la resistencia al desgaste de las piezas restauradas y la capacidad de desgaste de la pieza antagonista [5]. Además, las superficies rugosas facilitan la formación de biopelículas y sirve como superficie para la adhesión bacteriana, causando irritación en la encía y favoreciendo el desarrollo de patología periodontal así como una apariencia estética deficiente por el aumento de tinciones en la superficie. Se ha demostrado que la composición de los materiales restauradores, los instrumentos utilizados, así como el rendimiento del operador durante los procedimientos de acabado y pulido podrían afectar a las cualidades de la superficie [2, 5, 7, 11, 13, 14].

El acabado y pulido es un paso importante en el proceso de restauración clínica y la clave para una buena estética y biointegración de las restauraciones de composite [2, 7]. Por esto, es importante mantener la superficie lisa para poder contar con una restauración exitosa [7].

Además, es un factor importante sobre la aparición de caries secundarias al retirar excesos del material de restauración de los bordes [7, 9, 10, 16]. La liberación de fluoruro de algunos compuestos se puede aumentar mediante el acabado y pulido de la capa más externa de las restauraciones de materiales liberadores de flúor [5].

Un buen acabado y pulido de la restauración conlleva a una mejor conservación de las restauraciones y un mantenimiento óptimo de la salud bucodental debido al menor acúmulo de placa bacteriana por la reducción de la adhesión y con ello menor número de pigmentaciones dentarias. Las partículas de relleno de los composites van a afectar significativamente al resultado del acabado y pulido. Normalmente, los compuestos resinosos con un tamaño de partículas de relleno más pequeño promueven superficies más suaves tras un proceso de acabado y pulido adecuado [13]. Los rellenos con partículas de mayor tamaño pueden perder la retención de la matriz de resina y posteriormente dejar más defectos en las superficies por lo que difícilmente se podría conseguir una suavidad óptima de la superficie [13].

Las partículas de relleno de tamaño nanométrico resuelven en cierta medida dicho problema ya que podrían eliminarse por igual junto con la matriz de resina. Los nanorellenos y nano híbridos son dos tipos de compuestos de resinas que contienen nano partículas en el mercado [13].

Actualmente, se cree que las resinas compuestas con nanopartículas de relleno obtienen una superficie más pulida, menos contracción, estabilidad de color, estética y brillo después de ser sometidos a diferentes procesos de pulido [9]. Sin embargo, en una revisión sistemática realizada por Kaizera et al. se concluyó que no existen diferencias estadísticamente significativas en el pulido y el brillo de las resinas compuestas con nanopartículas frente a las resinas compuestas con partículas híbridas o nano híbridas [9].

Comúnmente, con el acabado se logra contorneo de la restauración [11] se elimina el exceso de material y esto induce rugosidad en la superficie que será minimizada con el pulido convirtiendo las partículas de su superficie en partículas mucho menores [9,17].

Los sistemas de pulido se diferencian en sus mecanismos. Hay sistemas que consisten en el uso de discos de papel de lija con una abrasividad progresiva, que contienen partículas de óxido de aluminio o pulidores con un elemento abrasivo, con partículas de diamante en una copa de silicona y pastas de pulido [12].

Para conseguir un pulido y brillo óptimos de las resinas compuestas, con partículas que presentan variaciones en dureza, forma y tamaño, se necesita someter el material a procesos de abrasión [9].

Existe una capa superficial suave y pegajosa denominada capa inhibida de oxígeno (OIL-Oxygen-inhibited layer) que es una capa siempre presente que se forma cuando el composite se fotopolimeriza en contacto con el oxígeno. Esta capa está conformada por monómeros de resina no polimerizados o que están mal polimerizados que son más susceptibles a las manchas cuando entran en contacto con alimentos o bebidas. Es por ello que la eliminación de esta capa mediante protocolos de acabado y pulido es indispensable para la mayoría de los dentistas ya que proporciona una superficie estéticamente más duradera y resistente a manchas [7].

Existen dos factores principales que pueden influir en la calidad del pulido: el material utilizado y el acabado y pulido de la restauración [1].

A la hora de realizar una restauración con resina compuesta, se le pone especial cuidado al labrado de la cavidad, al protocolo de adhesión o a la inserción del material de restauración y el acabado y pulido suele pasar a un segundo plano [16]. Vishwanath S et al. realizaron un estudio transversal a más de 350 profesionales y, aunque la mayoría respondieron ser conscientes de las ventajas del acabado y pulido correctos de las restauraciones, sólo el 59,8% de los profesionales seguían el orden secuencial de los sistemas de pulido y el 74,2% afirmó utilizar tiras interproximales [7].

El procedimiento de acabado y pulido implica un uso secuencial de instrumentos con una disminución progresiva de la abrasividad para lograr una superficie lisa. Los sistemas de pulido más utilizados en la clínica diaria, especialmente en el sector anterior, son aquellos que cuentan con que el tamaño de la partícula abrasiva disminuye sistemáticamente, como es el caso del sistema Astropol® (Ivoclar Vivadent, Zúrich, Suiza) y Sof-Lex Discs Espe® (3M, Minesota, Estados Unidos) [7, 9].

Dentro de las técnicas conocidas para conseguir una superficie lisa en las restauraciones dentales, es el uso de una tira de matriz de acetato superpuesta a la muestra que se va a fotopolimerizar [10, 13]. Esta técnica se utiliza principalmente para restauraciones en el sector anterior. Sin embargo, existen situaciones donde la anatomía de la pieza a restaurar no permite el correcto posicionamiento de la matriz, por lo que la técnica presenta limitaciones y es viable solo en zonas libres [10]. A pesar de que el uso de los discos de pulido abrasivo de aluminio se haya limitado a superficies labiales y proximales de dientes anteriores, existen varios estudios que mostraron mejores resultados para la mayor parte de tipos de compuestos resinosos en comparación con otros sistemas de pulido [13].

El óxido de aluminio es uno de los componentes más importantes utilizados para lograr una superficie lisa. Del mismo modo, las partículas de diamante parecen igual de efectivas [9].

Aún así, se han introducido en el mercado muchos sistemas de pulido de un solo paso o con una sola fresa [7]. No obstante, la literatura es contradictoria en los resultados de eficacia, algunos autores destacan la ventaja comparable de utilizar un pulido con una fresa única y otros recomiendan el uso de sistemas secuenciales de pulido para conseguir resultados mejores [9, 11].

### Medición de la rugosidad de la superficie

Los perfilómetros ópticos y mecánicos, los microscopios de fuerza atómica y los microscopios electrónicos de barrido son utilizados para evaluar y medir la rugosidad de la superficie de los materiales de restauradores o Ra (rugosidad media aritmética). La Ra es un parámetro que cuantifica la rugosidad de la superficie, representando el promedio aritmético de las desviaciones de la superficie con respecto a una línea central imaginaria. Un valor Ra más bajo indica una superficie más lisa y un valor más alto indica una superficie más rugosa. Los perfilómetros de elección por expertos dentales han sido los mecánicos durante muchos años.

Esto se debe a que no requieren preparación en muestras para medir la rugosidad de las superficies y además, permiten mediciones repetidas [11, 12, 15].

Bollen et al. estiman que un Ra superior a  $0,2\ \mu\text{m}$  va a aumentar el riesgo de acumulación de bacterias en la superficie de la restauración dental. Además, se ha demostrado que a medida que aumenta el Ra, también lo hace el riesgo de decoloración de la resina compuesta [12]. Trabajos in vitro han demostrado que la rugosidad de la superficie por debajo de  $0,15\ \mu\text{m}$  disminuye la adhesión del estreptococo [11]. Autores como Jaramillo-Cartagena R y Vishwanath S, han demostrado que una rugosidad de la superficie superior a  $0,3\ \mu\text{m}$ , puede ser detectada por la lengua de los pacientes como una restauración con pulido insuficiente [7, 9]. Por todas estas razones, se considera un límite clínicamente bueno todas aquellas restauraciones que consigan un valor de Ra inferior a  $0,2\ \mu\text{m}$ .

Los valores que se obtienen de la perfilometría de una restauración dental pueden estar influenciados tanto por la composición del composite como por los procedimientos de pulido. A pesar de que las carencias de los primeros composites con macro partículas están bien descritas, con los avances tecnológicos de micro y nano rellenos, quedan dudas de si esto sigue siendo motivo de preocupación clínica. La búsqueda de una superficie lisa, impulsa al desarrollo de materiales de composites. Esto conlleva a una gran variedad de composites en el mercado y cada tipo de material tiene unas características de acabado superficiales según el tamaño y el contenido de las partículas de relleno. Es importante tener en cuenta que los valores que se alcanzan en los estudios in vitro no son exactamente reproducibles a la clínica diaria ya que algunas variables clínicas son difíciles de reproducir (humedad que proporciona la saliva, dificultad de acceso a alguna zona, parafunciones, oclusión, etc...) [18]. Además de influir en la rugosidad, los diferentes protocolos de acabado y pulido también influyen en la microdureza, el color y la temperatura de la superficie de los compuestos resinosos [19].

En el caso del pulido con discos secuenciales, dependiendo de la forma anatómica que se quiera reproducir y de la accesibilidad de la restauración, su aplicación es limitada siendo más apropiado su uso en superficies planas o con pequeñas curvaturas (zona anterior) [14]. Además, para obtener resultados óptimos, cada disco debe aplicarse un tiempo superior a 45 segundos, ya que siempre que el tiempo sea más corto, el resultado será menor a  $0,2\ \mu\text{m}$  [9].

El material de pulido debe ser más pequeño que el tamaño de partícula abrasiva del material restaurador que se está puliendo para producir mejores resultados. Esto revela que el sistema Astropol (sistema gradual con diferentes formas en la punta: copas, discos, llama...) en la

mayoría de los estudios es un éxito, ya que en su último paso solo se observaron partículas abrasivas de 0,0549  $\mu\text{m}$  después de ser aplicado en 85 muestras [9].

Otra de las opciones de pulido es hacerlo con la fresa con o sin refrigerar. Una parte de los profesionales prefieren realizarlo sin refrigerar ya que permite una mejor visualización del margen de la propia restauración. Los inconvenientes de hacerlo sin refrigerar con los cambios estructurales y químicos en la superficie de las restauraciones. El calor generado por la fricción puede crear grietas y rugosidad excesiva sobre la superficie de la restauración. Además, también afecta al sellado marginal y aumenta la microfiltración. La restauración se debe de terminar en un ambiente en que los márgenes sean discernibles y donde se genere un calor mínimo. La recomendación es terminar y pulir con fresa con refrigeración de agua para reducir los efectos perjudiciales que produce el pulido en seco [9]. La evidencia según Silva JP et al. revela que los procedimientos de acabado y pulido en seco son menos exitosos ya que proporcionan una mayor rugosidad de la superficie, debido a que las partículas abrasivas que se separan de la fresa de pulido durante el procedimiento quedan incrustadas en la superficie de la restauración [19].

Por lo tanto, la rugosidad final de las restauraciones dentales va a estar influenciada por los numerosos factores asociados con el material de restauración y el sistema de pulido [18]. Conocer el efecto que los diferentes sistemas de pulido pueden tener en los diferentes materiales dentales utilizados en la restauración dental es de gran interés para la odontología conservadora y el principal objetivo de nuestro trabajo.

### **3. Hipótesis de trabajo**

La necesidad de reducir tiempos en los tratamientos conservadores de la clínica dental lleva a los odontólogos a buscar sistemas de pulidos rápidos sobre las restauraciones dentales que permitan obtener resultados estéticos y mecánicos óptimos.

Nuestra hipótesis es que los sistemas de pulido secuenciales, y que necesitan más tiempo de aplicación en clínica, obtendrán mejores resultados de rugosidad en los diferentes tipos de composite analizados.

#### **Objetivos**

El objetivo principal de nuestro trabajo es comparar el pulido final de diferentes tipos de composites con los sistemas de pulido más frecuentemente utilizados utilizando un perfilómetro que mida la rugosidad superficial.

Como objetivos secundarios:

- Comparar los datos de la perfilometría entre diferentes composites pulidos con las mismas técnicas de acabado.
- Comparar los datos de perfilometría entre diferentes técnicas de acabado con los mismos tipos de composites.
- Establecer si se puede el mejor pulido obtenido teniendo en cuenta el tipo de composite y la técnica de pulido.

#### **4. Material y métodos.**

##### **Elaboración de las muestras**

Este estudio *in vitro* se ha llevado a cabo utilizando bloques de composites iguales generados de acuerdo con el siguiente protocolo. Las muestras fueron confeccionadas utilizando unos moldes para generar discos de 0,4 cm de diámetro y 0.4 cm de altura (figura 1). Se generaron 4 bloques por cada grupo del estudio (tabla 1). De los 4 bloques: una muestra se utilizó de control, dos para utilizar dos sistemas de pulido diferentes; secuencia de copas y secuencia de discos (figura 2, 3 y 4) y uno que fue colocado en su superficie un fragmento de matriz de acetato antes de ser fotopolimerizado.



Figura 1. Muestra de composite

**Tabla 1. Características de los composites utilizados**

<b>COLOR</b>	<b>TIPO DE COMPOSITE</b>	<b>TIEMPO POLIMERIZ AC.</b>	<b>T° POLIMERIZ. RECOMENDAD O</b>	<b>N° DE MUESTR AS</b>
<b>A3</b>	SDI WAVE HV composite flow (Australia)	20s	20s	4
<b>A2</b>	SDI LUNA 2 composite universal (Australia)	20s	20s	4
<b>U</b>	SDR flow Dentsply Sirona (Erlanger, Alemania)	20s	20s	4
<b>E2</b>	Ceramx Dentsply Sirona (Erlanger, Alemania)	20s	20s	4
<b>D2</b>	Ceramx Dentsply Sirona (Erlanger, Alemania)	20s + 20s	20s + 20s	4
<b>A3</b>	Spectra STHV Dentsply Sirona (Erlanger, Alemania)	20s	20s	4
<b>A2</b>	Flow Spectra ST fi (Erlanger, Alemania)	20s	20s	4
<b>Total de muestras</b>				<b>28</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fecha de realización de las muestras: 26/11/2024</li> <li>- Fecha de la perfilometría: 15/05/2025</li> </ul>				



Figura 2. Material  
mandril



Figura 3. Copas de pulido

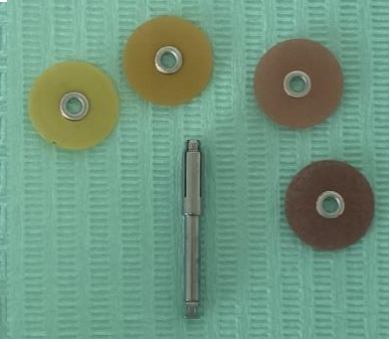


Figura 4. Discos Sof-Lex y

Para la generación de las muestras se utilizó un fragmento de una matriz acetato, la lámpara de polimerización Bluephase G4 Ivoclar Vivadent (Zúrich, Suiza), una espátula, 4 moldes, secuencia de copas de pulido, mandril y secuencia de discos Sof-Lex. Se utilizó un bloque por cada sistema de pulido: discos (figura 4), copas de pulido (figura 3), matriz de acetato y una muestra control sin pulir.

El proceso consistió en colocar composite en los 4 moldes consiguiendo que las muestras fueran de las mismas características (figura 5) y se polimerizó (figura 6) (figura 7). El tiempo de polimerización fue el recomendado por la casa comercial. Este proceso se repitió con cada tipo y marca de composite utilizados para el estudio, de manera que se realizaron en los 7 tipos de composite, 4 muestras de cada uno, obteniendo una muestra final de 28 bloques.

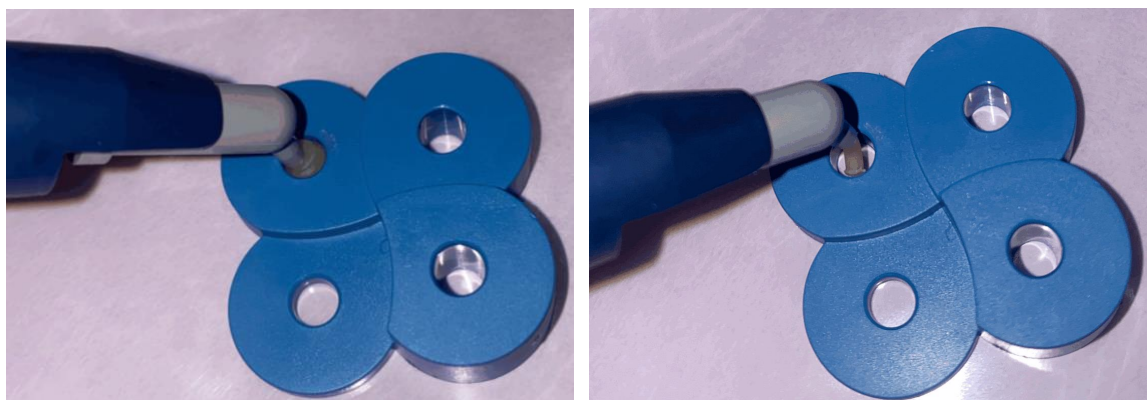


Figura 5. Relleno de molde con composite.

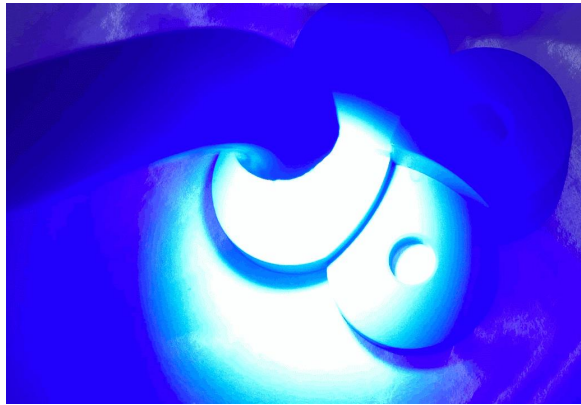


Figura 6. Fotopolimerizado de composite para la confección de las muestras.



Figura 7. Colocación de la matriz de acetato sobre la muestra antes de la polimerización.

### **Pulido de las muestras**

El pulido se llevó a cabo sujetando con pintas y ejerciendo una ligera presión con la mano y durante 20 segundos por fresa, siguiendo las secuencias recomendadas por el fabricante (figuras 8 y 9) y con contraángulo a una velocidad de 120.000 rpm y con refrigeración.



Figura 8. Pulido con secuencia de copas



Figura 9. Pulido con secuencia de discos

Todos los procedimientos; confección, pulido y perfilometría fueron realizados por el mismo operador para reducir la variabilidad interoperador.

### **Perfilometría óptica**

El perfilómetro óptico fue el aparato de elección para cuantificar la rugosidad de la superficie de las muestras. El perfilómetro utilizado fue de la casa comercial Sensofar Metrology (Sensofar, Terrassa, Spain). Consta del propio perfilómetro y un software para el tratamiento

de datos (figura 10). La imagen del equipo se pasó directamente al programa y desde este programa se extrajeron tres capas: la capa topográfica (figura 11), una capa de intensidad (figura 12) y la capa de imagen (figura 13). A partir de estos datos se generó una gráfica de la curva del perfil extraído (figura 14), parámetros de amplitud según el perfil de la rugosidad (figura 15) y gráficos en 3 dimensiones (figura 16) para una mejor visualización de las 3 capas extraídas de la muestra entre otros datos. El parámetro que comparamos entre las distintas muestras, es la rugosidad de la superficie aritmética (Ra) que cuantifica la rugosidad de una superficie, representando el promedio aritmético de las desviaciones de la superficie con respecto a una línea central imaginaria.



Figura 10. Perfilómetro óptico Sensofar Metrology

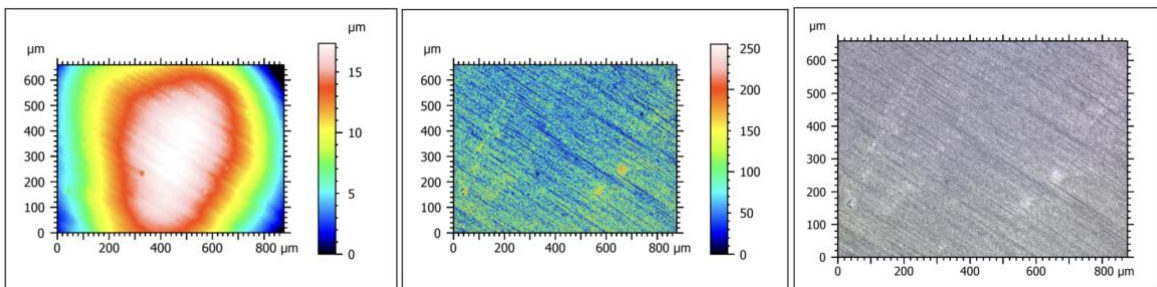


Figura 11. Capa topográfica

Figura 12. Capa de intensidad

Figura 13. Capa de imagen

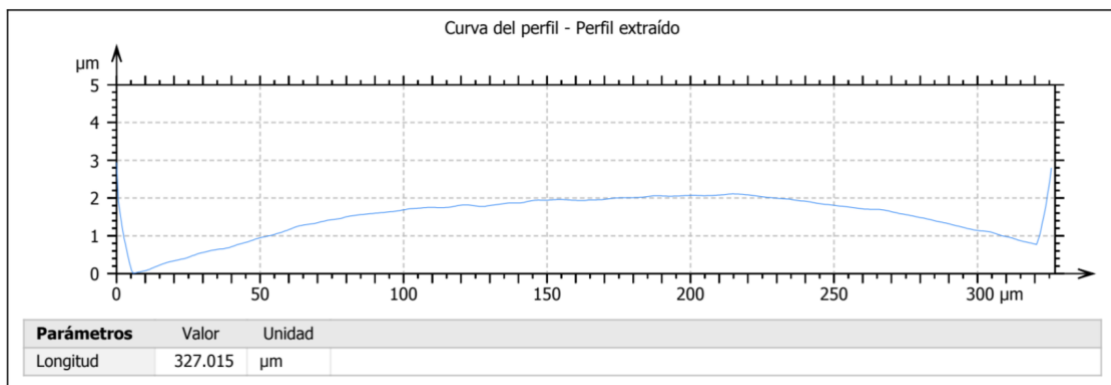


Figura 14. Gráfica de la curva del perfil extraído

ISO 4287		
Parámetros de amplitud - Perfil de rugosidad		
Rp	0.0395763 $\mu\text{m}$	Filtro gaussiano, 0.08 mm
Rv	0.0461027 $\mu\text{m}$	Filtro gaussiano, 0.08 mm
Rz	0.085679 $\mu\text{m}$	Filtro gaussiano, 0.08 mm
Rc	0.0668934 $\mu\text{m}$	Filtro gaussiano, 0.08 mm, ISO 4287 sin mo...
Rt	0.107015 $\mu\text{m}$	Filtro gaussiano, 0.08 mm
Ra	0.0178656 $\mu\text{m}$	Filtro gaussiano, 0.08 mm
Rq	0.0219241 $\mu\text{m}$	Filtro gaussiano, 0.08 mm
Rsk	0.028990	Filtro gaussiano, 0.08 mm
Rku	2.69981	Filtro gaussiano, 0.08 mm
Parámetros de relación de material - Perfil rugosidad		
Rmr	100.000 %	$c = 1 \mu\text{m}$ bajo el pico máximo, Filtro gausi...
Rdc	0.0351437 $\mu\text{m}$	$p = 20\%$ , $q = 80\%$ , Filtro gaussiano, 0.08...

Figura 15. Tabla de parámetros en micras.

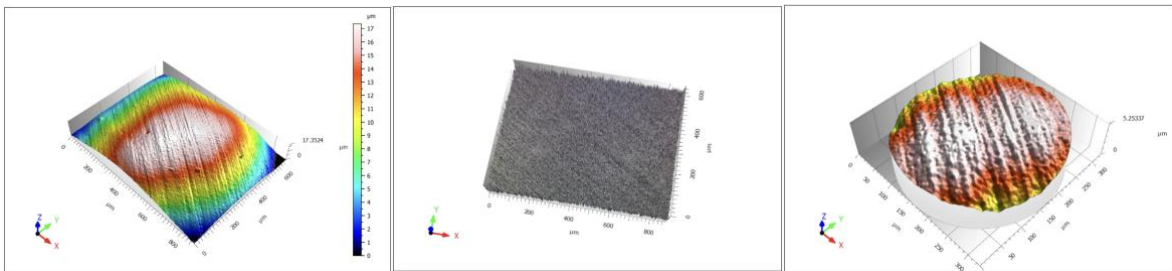


Figura 16. Gráficos en 3D de las capas.

### Lugar de realización:

Las muestras fueron elaboradas en el laboratorio de fantomas de la facultad de Odontología (Departamento de cirugía y especialidades médico-quirúrgicas). Los análisis de perfilometría se llevaron a cabo en la facultad de Física de la Universidad de Santiago de Compostela, en el Departamento de física aplicada.

### Análisis estadístico

Los datos de las muestras fueron registrados en una base de datos creada para su recopilación y posterior análisis. Las variables registradas fueron: tipo de muestra, tipos de composite, el color, el tiempo de polimerización del material, fecha de caducidad del material, unidad de medición de la perfilometría.

El análisis estadístico se llevó a cabo con el programa IBM SPSS Statistics v.24.0 (IBM Corp. Armonk, NY, USA) para la descripción de la muestra de las variables categóricas se usó frecuencia y porcentaje y para las variables cuantitativas se usó la media y la desviación

estándar. Se crearon tablas de contingencia analizadas con chi cuadrado. Se utilizó el test de ANOVA y/o análisis no paramétricos para la comparación de medias cuando no se verificó la normalidad.

Todas las diferencias en las que el valor p fue menor o igual a 0,05 fueron consideradas estadísticamente significativas.

## **5. Resultados**

### **Datos descriptivos**

Un total de 28 muestras fueron analizadas mediante perfilometría (Tabla 2). La media de Ra del total de las muestras fue de 0,1718482  $\mu\text{m}$  (mínimo: 0,00342  $\mu\text{m}$ - máximo:1,71234  $\mu\text{m}$ , desviación estándar: 0,36838819  $\mu\text{m}$ ). Los resultados de las medias obtenidas en las diferentes variables analizadas como son tiempo de polimerización, color, tipo de composite y sistema de pulido pueden comprobarse en la tabla 3.

<b>Tabla 2. Resultados perfilométricos de cada muestra</b>					
<b>Muestra</b>	<b>Color</b>	<b>Tipo de composite</b>	<b>Pulido</b>	<b>Tiempo de polimerización</b>	<b>Valor_perfilometria (micras)</b>
1	D2	Ceramx	sin pulir	40	0,38456
2	A2	Flowspectra	secuencia de copas	20	0,0514
3	D2	Ceramx	secuencia de discos	40	0,05036
4	D2	Ceramx	matriz de acetato	40	0,02235
5	D2	Ceramx	secuencia de copas	40	0,04662
6	E2	Ceramx	sin pulir	20	1,71234
7	E2	Ceramx	secuencia de copas	20	0,13391
8	E2	Ceramx	secuencia de discos	20	0,02786
9	E2	Ceramx	matriz de acetato	20	0,01308
10	A3	SDI Wave HV	sin pulir	20	0,15447
11	A3	SDI Wave HV	secuencia de discos	20	0,03529
12	A3	SDI Wave HV	secuencia de copas	20	0,02566
13	A3	SDI Wave HV	matriz de acetato	20	0,00506
14	A2	Flowspectra	sin pulir	20	0,19036
15	A2	Flowspectra	secuencia de discos	20	0,01453
16	A2	Flowspectra	matriz de acetato	20	0,00769
17	A2	SDI Luna2	sin pulir	20	1,06668

18	A2	SDI Luna2	secuencia de copas	20	0,04284
19	A2	SDI Luna2	secuencia de discos	20	0,01614
20	A2	SDI Luna2	matriz de acetato	20	0,00342
21	U	SDR_flow	sin pulir	20	0,23082
22	U	SDR_flow	secuencia de copas	20	0,10362
23	U	SDR_flow	secuencia de discos	20	0,03702
24	U	SDR_flow	matriz de acetato	20	0,00621
25	A3	Spectra STHV	sin pulir	20	0,33652
26	A3	Spectra STHV	secuencia de copas	20	0,01786
27	A3	Spectra STHV	secuencia de discos	20	0,02502
28	A3	Spectra STHV	matriz de acetato	20	0,05006

**Tabla 3. Resultados de la perfilometría de las variables del estudio**

VARIABLES		N	Media	Mínimo	Máximo	Desv. estándar
Tiempo de polimerización	Valor perfilometría total	28	0,1718482	0,00342	1,71234	0,36838819
	40 segundos	4	0,1718482	0,02235	0,38456	0,17283825
	20 segundos	24	0,1794942	0,00342	1,71234	0,39368524

<b>Secuencia de pulido</b>	<b>Valor perfilometría total</b>	<b>28</b>	<b>0,1718482</b>	<b>0,00342</b>	<b>1,71234</b>	<b>0,36838819</b>
	<b>Sin pulir</b>	7	0,5822500	0,15447	1,71234	0,587553382
	<b>Matriz de acetato</b>	7	0,0154100	0,00342	0,05006	0,01657979
	<b>Pulido con discos</b>	7	0,0294600	0,01453	0,05036	0,01258672
	<b>Pulido con copas</b>	7	0,0602729	0,001786	0,13391	0,04255846
<b>Tipo de composite</b>	<b>Valor perfilometría total</b>	<b>28</b>	<b>0,1718482</b>	<b>0,00342</b>	<b>1,71234</b>	<b>0,36838819</b>
	<b>SDI Luna 2</b>	4	0,2822700	0,00342	1,06668	0,52319795
	<b>SDI Wave HV</b>	4	0,0551200	0,00506	0,15447	0,06742291
	<b>Ceramx</b>	8	0,2988850	0,01308	1,71234	0,58424860
	<b>Flow Spectra</b>	4	0,0659950	0,00769	0,19036	0,08510344
	<b>Spectra STH</b>	4	0,1073650	0,01786	0,33652	0,15339244
	<b>SDR Flow</b>	4	0,0944175	0,00621	0,23082	0,09960817
	<b>Valor perfilometría total</b>	<b>28</b>	<b>0,1718482</b>	<b>0,00342</b>	<b>1,71234</b>	<b>0,36838819</b>
	<b>A3</b>	8	0,0812425	0,00506	0,33652	0,11319033

<b>Color de composite</b>	<b>A2</b>	8	0,1741325	0,00342	1,06668	0,36576452
	<b>U</b>	4	0,0944175	0,00621	0,23082	0,09960817
	<b>E2</b>	4	0,4717975	0,01308	1,71234	0,17283825
	<b>D2</b>	4	0,1259725	0,02235	0,38456	0,17283825

### Análisis de asociación

Valorando los resultados obtenidos en la perfilometría según el tiempo de polimerizado, se puede afirmar que la media de perfilometría obtenida no resulta significativamente diferente en los composites polimerizados durante 20 o 40 segundos ( $p=0,794$ ).

El sistema de pulido ha demostrado diferencias estadísticamente significativas, siendo la media de Ra del sistema de pulido con matriz de acetato de  $0,0154100 \mu\text{m}$ , del sistema de pulido con discos de  $0,0294600 \mu\text{m}$ , de copas de  $0,0602729 \mu\text{m}$  y para las muestras sin pulido de  $0,5822500 \mu\text{m}$  ( $p=0,03$ ) (Figura 17).

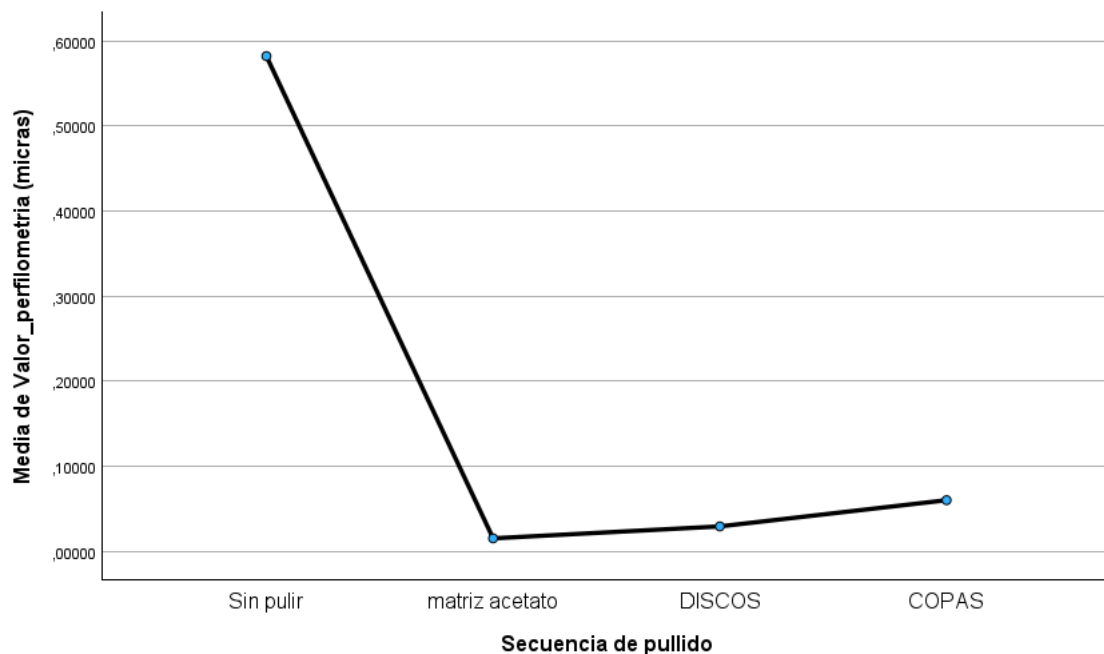


Figura 17. Gráfico medias de la perfilometría de los diferentes sistemas de pulido.

El Ra medio en el composite SDI Wave HV ha resultado ser el menor obtenido ( $0,0551200 \mu\text{m}$ ), seguido del Flowspectra ( $0,0659950 \mu\text{m}$ ). Sin embargo, no se ha encontrado asociación entre las medias de perfilometría y los composites analizados. ( $p=0,525$ ).

En relación con las medias de perfilometría obtenidas según el color del composite analizado, podemos comprobar que el color A3 ha presentado una media general inferior a los otros colores medidos, obteniendo un Ra de  $0,0812425\mu\text{m}$ . No obstante, con los demás colores los análisis de asociación no demuestran que las medias sean estadísticamente significativas ( $p=0,525$ ).

## 6. Discusión

Un total de 28 muestras han sido analizadas in vitro en nuestro estudio. Nuestro objetivo principal fue comparar el pulido final de diferentes tipos de composites con los sistemas de pulido más frecuentemente utilizados, analizando los datos de la perfilometría de cada caso y comparando así los resultados entre los diferentes tipos de pulido y tipos de composites.

En estudios anteriores, los sistemas de acabado y pulido produjeron una diferencia estadísticamente significativa entre los valores de rugosidad de la superficie de las muestras de resina compuesta ( $p < 0,05$ ) [11]. Del mismo modo que en nuestro estudio esta relación también resultó estadísticamente significativa ( $p = 0,03$ ).

La media de Ra para los diferentes sistemas de pulido ha sido superior en estudios anteriores. La media de Ra para el pulido con discos Sof-lex® de  $0,1618 \mu\text{m}$  [11] bastante superior a la media de nuestro estudio que es de  $0,0294600 \mu\text{m}$ . Esto puede deberse a que el tamaño de la muestra utilizado en los estudios fue muy superior ( $n = 200$ ).

La media de Ra en los diferentes composites ha sido inferior en estudios anteriores. Aydin et al. obtuvieron una media de Ra para el composite Ceram® de  $0,1518 \mu\text{m}$  [11] bastante inferior a la obtenida en nuestro estudio que fue de  $0,2988850 \mu\text{m}$ .

Revisiones anteriores cuyo objetivo era similar al nuestra, comparar sistemas de pulido mediante perfilometría en diferentes tipos de composites, ya reportaron una gran heterogeneidad entre los estudios incluidos y concluyen que el pulido parece un factor importante para determinar el Ra final [18]. En nuestro estudio, si tenemos en cuenta que se considera un buen Ra un resultado de menos de  $0,15 \mu\text{m}$ , podemos decir que todos los composites analizados han alcanzado un buen pulido de su superficie, independientemente del sistema de pulido.

Nuestros resultados reportan que el sistema de pulido con discos presenta un Ra más bajo que el sistema de pulido con copas en composites tipo flow, mientras que con el composite compacto ocurre lo contrario, el pulido con copas de goma consiguen menor rugosidad que el pulido con discos, aunque no hemos podido hallar diferencias significativas. Estos resultados son similares a trabajos anteriores donde también se establecía una perfilometría para varios sistemas de pulido en los que se incluían los discos de pulido con mejores resultados que otros sistemas [20].

La mayoría de los autores coinciden en que un correcto protocolo de acabado y pulido de las superficies de restauraciones con resinas compuestas logran mejorar la estética con respecto al

esmalte superficial del diente, además de disminuir o minimizar la acumulación de placa bacteriana, irritación gingival y caries recurrente [10]. Aydın et al. demostraron que los valores de rugosidad superficial superior a  $0,2 \mu\text{m}$  constituían un área de retención de placa bacteriana, por debajo de esto, se podría esperar una reducción en la acumulación de placa [9, 15]. De acuerdo con nuestros resultados, el Ra medio de las muestras pulidas con cualquiera de los sistemas fue de  $0,1718482 \mu\text{m}$  y el Ra medio de cada una de los sistemas de pulido fue de  $0,0602729 \mu\text{m}$  para copas de goma, de  $0,0294600 \mu\text{m}$  para Sof-lex® y  $0,0154100 \mu\text{m}$  para matrices de acetato. Estos resultados son similares a trabajos anteriores donde también se establecía una perfilometría para las matrices de acetato en diferentes tipos de composites y también se observó el Ra más bajo [15].

Por otro lado, en la revisión sistemática de Jaramillo-Cartagena R et al. incluyeron artículos en el que se utilizó el sistema de discos Sof-Lex de tres pasos, obteniendo un promedio de  $0,3577 \mu\text{m}$  [9]. En el presente estudio, el Ra medio para el pulido con discos Sof-Lex fue de  $0,0294600 \mu\text{m}$  sustancialmente inferior a la revisión sistemática.

Como desventaja importante de los discos, se afirma que la fuerza de fricción que se aplica durante el proceso de pulido causa grietas en la superficie de la matriz de polímero [18]. Al realizar la perfilometría de las muestras que utilizamos la secuencia de discos de pulido y extraer las diferentes capas, se observaron las grietas que se mencionan en el artículo tal y como se ha podido apreciar en las figuras del apartado “Material y métodos”.

En este estudio, entre los grupos de los diferentes composites, el valor de la rugosidad superficial más bajo (Ra:  $0,00342 \mu\text{m}$ ) se midió con el compuesto SDI Luna 2 color A2 y el valor más alto (Ra:  $1,71234 \mu\text{m}$ ) se observó en el grupo control Ceramx color E2, en el que no se aplicó ningún procedimiento de pulido.

A la hora de realizar restauraciones existen consideraciones que tener en cuenta para no ocasionar daño en la pulpa y una de ellas es no generar demasiado calor friccional al realizar el acabado y pulido para evitar el daño pulpar irreversible. Además debemos de considerar el tiempo de contacto de la punta diamantada, caucho, disco o fieltro sobre la superficie dental, la velocidad de rotación del micromotor y el medio de aislante térmico entre el instrumento de pulido y la superficie dental [17]. En nuestro estudio, hemos querido simular la situación clínica aproximándonos al protocolo más conservador para evitar el daño pulpar, realizando el pulido con un micromotor a  $120.000 \text{ rpm}$ , con refrigeración y en intervalos de 20 segundos por fresa.

En general y teniendo en cuenta trabajos anteriores, la totalidad de muestras pulidas de diferentes tipos de composites, se ha registrado un Ra inferior a  $0,15\ \mu\text{m}$ , lo que se considera un resultado clínicamente aceptable en términos de acumulación de placa y adhesión bacteriana. La limitación principal de nuestro estudio es la falta de simulación del contexto clínico que queremos estudiar, como son la falta de saliva artificial o agua, exposición a taninos, la simulación de parafunciones o maloclusiones, etc.. Además, un aumento del tamaño muestral mejoraría la precisión y la fiabilidad de los resultados limitando la variabilidad y aumentando la potencia estadística. En estudios posteriores podría ser interesante combinar diferentes protocolos de pulido como el uso de discos o copas tras el uso de matriz de acetato, con la que se obtuvieron los valores más bajos de Ra en nuestro estudio.

## **7. Conclusiones**

- Los sistemas de pulido secuencial no han demostrado mejores resultados de perfilometría que los sistemas de aplicación única.
- El composite SDI Luna 2 pulido ha alcanzado valores medios de rugosidad menores que cualquier otro composite estudiado, sin que estas diferencias sean estadísticamente significativas.
- Las muestras de color A3 analizadas obtuvieron una media de perfilometría inferior que otros colores, aunque estas diferencias no resultaron estadísticamente significativas.
- La técnica de acabado con matriz de acetato ha demostrado una media de perfilometría menor comparada con las otras técnicas de pulido, sin que estos resultados sean estadísticamente significativos.
- Todas las muestras pulidas analizadas con el perfilómetro presentaron un Ra inferior a  $0,2\mu\text{m}$ , un valor perfilométrico que se considera ideal para evitar el acúmulo de placa en las restauraciones dentales.
- Las muestras no pulidas, independientemente del tipo de composite utilizado, obtuvieron valores perfilométricos elevados comparado con cualquier otro sistema de pulido, siendo esta diferencia estadísticamente significativa.

## 8. Referencias

1. Ramirez-Molina R, Kaplan AE. Influence of polishing protocol on flexural properties of several dental composite resins. Acta Odontol Latinoam [Internet]. 2015 [citado el 26 de septiembre de 2024];28(1):64–71. Disponible en: <https://www.scielo.org.ar/pdf/aol/v28n1/v28n1a09.pdf>
2. Lavín Niño de Zepeda S, Toro G. Cuantificación de la Generación Térmica en Resina Compuesta Sometida a Tres Sistemas de Pulido in vitro. Int. J. Odontostomat [Internet]. 2012 [citado el 26 de septiembre de 2024];6(3):267-273. Disponible en: <https://www.scielo.cl/pdf/ijodontos/v6n3/art04.pdf>
3. Worthington HV, Khangura S, Seal K, Mierzwinski-Urban M, Veitz-Keenan A, Sahrman P, Schmidlin PR, Davis D, Iheozor-Ejiofor Z, Rasines Alcaraz MG. Direct composite resin fillings versus amalgam fillings for permanent posterior teeth. Cochrane Database Syst Rev [Internet]. 2021 Aug 13;8(8):CD005620. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8407050/>
4. BOE.es - DOUE-L-2024-81061 Reglamento (UE) 2024/1849 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de junio de 2024, por el que se modifica el Reglamento (UE) 2017/852 sobre el mercurio, en lo que respecta a la amalgama dental y otros productos con mercurio añadido sujetos a restricciones de exportación, importación y fabricación [Internet]. Boe.es. [citado el 20 de mayo de 2025]. Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2024-81061>
5. Şişmanoğlu DDS PhD S, Gümüştaş DDS PhD B, Yıldırım-Bilmez DDS PhD Z. Effect of polishing systems on fluoride release and surface roughness of different restorative materials. Odovtos - Int J Dent Sci [Internet]. 2019 [citado el 26 de septiembre de 2024];227–38. Disponible en: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/odovtos/v22n1/2215-3411-odovtos-22-01-81.pdf>
6. Ferracane JL. A Historical Perspective on Dental Composite Restorative Materials. J Funct Biomater [Internet]. 2024 Jun 25;15(7):173.. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11277709/>
7. Vishwanath S, Kadandale S, Kumarappan SK, Ramachandran A, Unnikrishnan M, Nagesh HM. Finishing and Polishing of Composite Restoration: Assessment of Knowledge, Attitude and Practice Among Various Dental Professionals in India. Cureus [Internet]. 2022 Jan 3;14(1):e20887..Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8808663/>

8. Da Rosa Rodolpho PA, Rodolfo B, Collares K, Correa MB, Demarco FF, Opdam NJM, Cenci MS, Moraes RR. Clinical performance of posterior resin composite restorations after up to 33 years. *Dent Mater* [Internet]. 2022 Apr [citado el 13 de febrero de 2025];38(4):680-688. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35221128/>
9. Jaramillo-Cartagena R, López-Galeano EJ, Latorre-Correa F, Agudelo-Suárez AA. Effect of Polishing Systems on the Surface Roughness of Nano-Hybrid and Nano-Filling Composite Resins: A Systematic Review. *Dent J (Basel)* [Internet]. 2021 Aug 12;9(8):95. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8391685/>
10. Servián L. Importancia del acabado y pulido en restauraciones con resinas compuestas en dientes anteriores. Reporte de caso clínico. *Rev cient cienc salud* [Internet]. 2019 [citado el 26 de septiembre de 2024];1(1):52–6. Disponible en: <https://scielo.iics.una.py/pdf/rccsalud/v1n1/2664-2891-rccsalud-1-01-52.pdf>
11. Aydin N, Karaoglanoglu S, Oktay EA, Ersöz B. Superficial effects of different finishing and polishing systems on the surface roughness and color change of resin-based CAD/CAM blocks. *Odovtos - Int J Dent Sci* [Internet]. 2021 [citado el 26 de septiembre de 2024];247-57. Disponible en: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/odovtos/v23n3/2215-3411-odovtos-23-03-87.pdf>
12. Gonçalves M, Teixeira V, Rodrigues S, de Oliveira R, Salvio L. Evaluation of the roughness of composite resins submitted to different surface treatments. *Acta Odontol Latinoam* [Internet]. 2012 [citado el 26 de septiembre de 2024];25(1):89–95. Disponible en: <https://www.scielo.org.ar/pdf/aol/v25n1/v25n1a14.pdf>
13. Zhang L, Yu P y Wang XY. Aspereza superficial y brillo de compuestos de resina nanorellenada y nanohíbrida pulida. *J Dent Sci* [Internet]. 2021 Oct;16(4):1198-1203. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8403785/>
14. Martín J, Moncada G, Serey F, Oyarzún A, Ángel P, Oyarzo JF, et al. Efecto de cinco sistemas de pulido de resinas compuestas sobre superficie coronaria y radicular: Observación por medio de MEB y microscopía óptica. *Acta Odontol Venez* [Internet]. 2009 [citado el 26 de septiembre de 2024];47(1):18–27. Disponible en: [https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0001-63652009000100004](https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-63652009000100004)
15. Aydın N, Topçu FT, Karaoğlanoğlu S, Oktay EA, Erdemir U. Effect of finishing and polishing systems on the surface roughness and color change of composite resins. *J Clin Exp Dent* [Internet]. 2021;13(5):e446-e454. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8106933/>

16. Chandrasekharan D, Sourabh C, Deenadayalan y Praveen K. Evaluación de la rugosidad de la superficie del esmalte después de la desabonación del soporte: Comparación entre el curado ligero y la resina adhesiva de autocurado Estudio profilométrico tridimensional. Indian J Dent Res. 2022 Ene-Mar;33(1):80-84. Disponible en: [https://journals.lww.com/ijdr/fulltext/2022/33010/enamel\\_surface\\_roughness\\_evaluation\\_after\\_bracket.16.aspx](https://journals.lww.com/ijdr/fulltext/2022/33010/enamel_surface_roughness_evaluation_after_bracket.16.aspx)
17. Lamas-Lara C, Alvarado-Menacho S, Angulo de la Vega G. Importance of finishing and polishing direct restorations of resin composite in anterior teeth. Case Report. Rev Estomatol Herediana [Internet]. 2015 [citado el 26 de septiembre de 2024];25(2). Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/reh/v25n2/a07v25n2.pdf>
18. Devlukia S, Hammond L, Malik K. Is surface roughness of direct resin composite restorations material and polisher-dependent? A systematic review. J Esthet Restor Dent. 2023 Sep;35(6):947-967. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jerd.13102>
19. Silva JP, Coelho A, Paula A, Amaro I, Saraiva J, Ferreira MM, Marto CM, Carrilho E. The Influence of Irrigation during the Finishing and Polishing of Composite Resin Restorations-A Systematic Review of In Vitro Studies. Materials (Basel). 2021 Mar 29;14(7):1675. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8037286/>
20. Babina K, Polyakova M, Sokhova I, Doroshina V, Arakelyan M, Novozhilova N. The effect of finishing and polishing sequences on the surface roughness of three different nanocomposites and composite/enamel and composite/cementum interfaces. Nanomaterials (Basel) [Internet]. 2020;10(7):1339. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/nano10071339>