

(Diapositiva 1 Título de la presentación y Autores)

Correlación entre la morfología del relleno y la cantidad de relleno cerámico en peso de composites directos.

AE Kaplan, RA Ramírez.

PD: en color rojo no se lee, es a manera de orientación.

Introducción: (Diapositiva 2 Introducción)

Las resinas reforzadas son actualmente los materiales de elección al momento de realizar restauraciones de inserción plástica. Los motivos son amplios ya que es un material altamente versátil y hoy día se usa en la mayoría de especialidades odontológicas (*Ferracane 2011*), dentro de sus virtudes destacan las propiedades ópticas, la longevidad aceptable, la posibilidad de conservación de tejidos y adhesión relativamente consistente a estructura dentaria (*Tyas 1990, Leinfelder 1993 y ADA 1999*).

Desde que el *Dr. Raphael Bowen* en 1962 introduce las resinas compuestas en la profesión, una gran cantidad de clínicos, fabricantes e investigadores han querido describir y clasificar estos materiales. La primera clasificación fue introducida por *Lutz y Phillips* en (1983) y estuvo basada en el tamaño promedio de las partículas de relleno, la técnica de fabricación y la química de dichas partículas. A lo largo del tiempo el componente que más ha variado es el tamaño de partículas y su distribución, es por eso que otros investigadores han sugerido sus propias propuestas. Dentro de las cuales podemos destacar las de *Leinfelder (1989)*, *Roulet (1987)*, *Marshall, Marshall & Bayne (1988)*, *Hosada y colb. (1990)*, *Bayne (2005)* y *Ferracane (2011)*.

En general en estas clasificaciones se tiene en común términos como **Macro- relleno (10-50 μm)**, **Micro- relleno (40-50 nm)**, **Medio- relleno (1-10 μm)**, **Mini- relleno (0,6-1 μm)** y **Nano-relleno (5-100 nm)** en donde la mezcla ó combinación deriva en otros términos como **híbridos convencional (10-50 μm + 40 nm)**, **híbridos (1-10 μm + 40 nm)**, **micro-híbridos (0,6-1 μm + 40 nm)** y **nano-híbridos (0,6-1 μm + 50- 100 nm)**, además del término partículas **pre-polimerizadas**.

La utilización de una clasificación específica se origina del propósito de ubicar a todos y cada uno de sus tipos en una sola categoría, para que no se convierta en una clasificación ambigua ó carente de utilidad, esto nos debe permitir tomar decisiones para su uso en la práctica diaria en búsqueda del mejor desempeño, pues las perdidas tempranas ó inferiores a 5 años se asocian a fallas en la técnica y a la incorrecta selección del material (*Drummond 2008*).

En odontología restauradora está claro que las propiedades dependen principalmente de la micro-estructura y la composición de los materiales (*Rodrigues y colb. 2007*); en nuestra opinión,

creemos que la clasificación para resinas compuestas debe lo más simple, coherente y pertinente posible, es por eso que adoptamos las propuestas de *Willems y colb. 1992*, *Kim y colb. 2002* y *Ramírez & Kaplan 2010*. En estos estudios los autores observaron que la morfología del relleno afecta varios parámetros como propiedades mecánicas, pérdida de superficie, capacidad de pulido, absorción de energía y el mecanismo de propagación de las fracturas dentro del material. La cantidad de relleno está asociada con el área superficial que ocupa el relleno en el compuesto, esta superficie está en contacto con el agente de enlace y su vez con la matriz, esta relación juega un papel importante ya que determina las propiedades mecánicas, como la resistencia flexural, el modulo flexural, resistencia en tensión diametral y en mayor peso con la tenacidad. (*St Germain H y colb. 1985; Fujishima & Ferracane 1996; Miyazaki y colb. 1996; Braem y colb. 1989; Lange FF 1971; Kim y colb. 1991,1994; Ferracane 1987*).

A partir de este concepto los fabricantes tratan de optimizar la cantidad de relleno, aglomerando partículas pequeñas para disminuir el área, pre-polimerizando para densificar, regularizando las formas de las partículas ó cambiando la química con el fin de optimizar la cantidad de agente de enlace (*Sabbagh y colb. 2004*).

(Diapositiva 3 Objetivo)

La morfología es un factor importante que debiese investigarse a fondo en todas sus dimensiones, por lo cual nos preguntamos: ¿la cantidad de relleno cerámico posible es dependiente de la morfología?, a partir de esa interrogante nos planteamos como *objetivo* de esta investigación estimar el grado de correlación y el valor predictivo de la morfología del relleno con la cantidad de relleno cerámico en peso de 18 resinas compuestas comerciales para uso directo.

Materiales y métodos: (Diapositiva 4 Tabla de Materiales)

Se seleccionaron 18 composites para uso directo, producidos por diversos fabricantes

G1 Filtek™ Z350, **G2** TPH®3, **G3** Tetric® N Ceram, **G4** Amelogen® Plus, **G5** Esthet.X® HD, **G6** Helimolar®, **G7** ice, **G8** Filtek™ Z100, **G9** Vit-L-escence®, **G10** Brilliant Enamel, **G11** Point 4™, **G12** Premisa™, **G13** Grandio®, **G14** ROK, **G15** Solare, **G16** Kalore, **G17** Filtek™ Z250 y **G18** Filtek™ P60

Para cuantificar la cantidad de relleno en peso se uso el método de calcinación. La temperatura y régimen de trabajo se determinaron con la realización de una prueba piloto con la técnica de

termo-gravimetría (En el Instituto de Física de la Universidad Nacional de Rosario – CONICET) y fueron relacionándose con la metodología del estudio de *Kim y colaboradores en 2002*.

(Diapositiva 5 esquema del procedimiento)

Seguidamente se pesaron 5 porciones de composite sin polimerizar en balanza analítica AS200 (OHAUS®) por cada grupo; esas porciones se colocaron en un vaso cerámico para poder manipularse y calcinarse a una temperatura de 600°C en Horno cerámico construido Ad Hoc (En la Cátedra de Materiales Dentales – UBA) por un régimen de 40 minutos, con ciclos de apertura de la puerta del horno cada 10 minutos con la finalidad de evaporar el carbono, inmediatamente la temperatura bajo a 40°C el polvo calcinado se peso nuevamente determinar la masa final y por diferencia se determino el porcentaje en peso cerámico de cada grupo de composites.

(Diapositiva 6 esquema del procedimiento)

Para clasificar los composites según su morfología se utilizo el método de lavado de la matriz, que consiste en la realización de un cono de composite a el cual se le colocan tres gotas de acetona de pureza analítica que actúan por 2 segundos y el sobrante removido; inmediatamente se polimerizo por 40 segundos con lámpara de luz halógena, posteriormente esas muestras se desecaron y orificaron con plasma xenón para su posterior observación en el microscopio electrónico de barrido (**SEM**) ZEISS Supra 40 (Del Centro de Microcopias Avanzadas de la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad de Buenos Aires **CMA-UBA**) a varios aumentos (2000x, 10000x y 20000x); **(Diapositiva 7 tabla de clasificación e imágenes SEM en collage)** finalmente tras la observación y análisis de las fotografías electrónicas los composites se pudieron clasificar en cinco formas comunes (Esféricas; aglomerados-esféricos; irregulares; irregulares+pre-polímeros y pre-polímeros).

Para el análisis estadístico las variable predictiva “morfología”, en cada uno de sus niveles se llevó a escala nominal dicótoma (presente/ausente) y la variable dependiente “cantidad de relleno cerámico” se midió en escala numérica continua.

Los datos fueron analizados con un coeficiente de regresión lineal para análisis multi-variado del paquete estadístico SPSS19, el valor de alfa $\geq 0,05$.

Resultados: (Diapositiva 8 Descriptiva, R, R², a y b)

- La estadística descriptiva se muestra en valores de promedio y desviación típica expresado en porcentaje cantidad de relleno cerámico por grupo.

- El ANOVA para la regresión lineal cantidad de relleno cerámico dependiente, mostró una correlación estadísticamente significativa con la variable predictiva morfología, en donde el valor $p=0,000$.
- El coeficiente de correlación de Pearson fue positivo con un valor de $R= 0,899$ y el coeficiente de determinación corregido fue de $R^2= 0,808$
- En el modelo de regresión, la constante ajustada se ubico en un valor $a= 76,382$ y las pendientes estadísticamente significativas de las variables predictivas $b= (-2,546 \text{ Irregulares} + \text{Pre-polímeros} - 23,561 \text{ Pre-polímeros})$.

Discusión: (Diapositiva 9 Discusiones + gráficos de descriptivas)

El tamaño, la distribución y la cantidad de relleno cerámico en una resina compuesta son datos importantes porque permiten elegir el material adecuado para determinado requerimiento, existen varias metodologías para determinar la cantidad de relleno cerámico, tanto en peso como en volumen, medir este último parámetro posiblemente tenga más relevancia ya que connota densidad de relleno en la matriz. Existen dos maneras de medir el volumen, ya sea de manera directa ó indirecta, en la primera opción se usa el método del picnómetro, pero este tiene el inconveniente que los datos muestran grandes dispersiones (*SABBAGH y colb. 2004*), en la segunda opción se necesitan formulas matemáticas más complejas, que requieren conocer el porcentaje en peso y la densidad de cada uno de los componentes del relleno, lo que hace un poco complicada la técnica. La determinación del porcentaje de relleno en peso es relativamente fácil de obtener y consiste en calcinar la matriz por aumento gradual de temperatura hasta producir la evaporación de toda la parte orgánica (*Bayne y colb. 1998*).

En nuestra metodología observamos poca dispersión en los datos, observándose un coeficiente de variación igual al 1,6% para el grupo que más vario G1 Heliomolar®, esto habla de la confiabilidad de la técnica empleada. En cuanto a la clasificación de morfología del relleno, se utilizo el SEM ya que es un método valido y ampliamente usado en los estudios de cuantificación. (*Kim y Colb. 2002*)

Encontramos una correlación positiva entre la cantidad de relleno cerámico y la morfología como predictiva, con una capacidad de explicar el 80% de la variable, por lo tanto entendemos que nuestro modelo tiene buena capacidad para determinar la cantidad de relleno cerámico posible.

(Diapositiva 10 Gráfico de Predictivas)

Pudimos observar que las predictivas Irregulares + pre-polímeros y con un mayor peso Pre-polímeros influyen en dirección negativa en la cantidad de relleno cerámico que se puede agregar a la resina compuesta. Las predictivas Esféricas y Aglomerados Esféricos no fueron estadísticamente significativos y el nivel Irregulares fue excluido matemáticamente por ser igual a cero, es decir no difiere del valor de la constante, que está alrededor de 76 por ciento de relleno en peso. Esto pudiera explicarse por la mayor área de superficie (*St Germain y Colb. 1985*) que debe ser cubierta por la matriz en aquellas resinas fabricadas con partículas de menor tamaño ó con distribuciones del tipo micro-relleno. En relación a los Aglomerados Esféricos pese a que son partículas pequeñas, es interesante ver, como esa tecnología de aglomeración no modifica negativamente la cantidad de relleno cerámico posible.

(Diapositiva 11 SEM de pre-polímeros, Irregulares+ pre-polímeros y nano-rellenos)

En general, las partículas de micro-relleno y/ó nano-relleno se encuentran dispersas en la mezcla, densificadas en pre-polímeros ó mezcladas con partículas irregulares para obtener ventajas estéticas, mecánicas y de manipulación en un mismo material.

Nuestros resultados son similares a los encontrados por *Leprice y colb. en 2010* para Filtek Supreme XT, Tetric EvoCeram y Grandio tanto en la morfología del relleno como en el porcentaje. Igualmente son similares a los hallados por *SABBAGH y colb. en 2004* para P60, Z100, Z250 y las versiones anteriores de los composites ensayados Esthet X, TPH, y Tetric® Ceram. Solo discrepo en la morfología de Point4, posiblemente porque el aumento que usaron fue de 5000x y pudo no observarse con detalle necesario. En ambos estudios se uso el SEM y termo-gravimetría como métodos de análisis. En el estudio de *Kim y colb. del 2002* usaron la misma metodología de la calcinación de la matriz y sus resultados fueron coincidentes para Heliomolar, TPH y Z100, tanto en morfología como porcentaje de relleno. Analizando los diversos estudios previos se puede concluir que las resinas compuestas que tienen partículas de tamaño pequeño pre-polimerizadas ó no, poseen los valores más bajos de cantidad de relleno cerámico posible.

Finalmente es interesante mencionar un estudio clínico de 22 años de duración realizado por *Da Rosa y Colb. publicado en 2011*, allí se investigo la longevidad 362 restauraciones Clase 1 y 2, fabricadas con 2 tipos de resinas compuestas, las cuales diferían en propiedades, en cantidad de relleno cerámico, en distribución de partículas y en su morfología **(P50 APC (3M ESPE) 70%vol,**

medio-relleno y esféricas vs. Herculite XR (KERR) 55%vol, mini-relleno e irregulares), ellos encontraron una tasa de supervivencia similar de 1,5% y 2,2% respectivamente, sin embargo la tasa de fallas aumentó para el mini-relleno/irregular en el periodo comprendido de 10 a 20 años.

(Diapositiva 12 Conclusión)

Conclusión:

En las condiciones que se realizó esta investigación *In Vitro* se observó una correlación positiva entre las variables predictivas de la **Morfología del Relleno** con la cantidad relleno cerámico, con dos predictores, Irregulares+Pre-polímeros y Pre-polímeros.

Referencias Bibliográficas de la Discusión:

- Bayne S, Thompson J, Swift E, Stamatiades P, Wilkerson M. A characterization of first-generation flowable composites. *J Am Dent Assoc.* 1998; 129:567–577.
- J. LEPRINCE, W. M. PALIN, T. MULLIER, J. DEVAUX, J. VREVEN & G. LELOUP. Investigating filler morphology and mechanical properties of new low-shrinkage resin composite types. *Journal of Oral Rehabilitation.* 2010; 37:364–376
- J. SABBAGH, L. RYELANDT, L. BACHE´ RIUS, J.-J. BIEBUYCK, J. VREVEN, P. LAMBRECHTS & G. LELOUP. Characterization of the inorganic fraction of resin composites. *Journal of Oral Rehabilitation.* 2004; 31:1090–1101
- Kim KH., Ong JL., Okuno O.: The effect of filler loading and morphology on the mechanical properties of contemporary composites. *J Prosthet Dent.* 2002; 87:6, 642-9.
- Lang BR, Jaarda M, Wang RF. Filler particle size and composite resin classification systems. *Journal of Oral Rehabilitation.* 1992; 19:569–584.
- Paulo A. Da Rosa Rodolpho, Tiago A. Donassollo, Maximiliano S. Cenci, Alessandro D. Loguécio, Rafael R. Moraes, Ewald M. Bronkhorst, Niek J.M. Opdam, Flávio F. Demarco. 22-Year clinical evaluation of the performance of two posterior composites with different filler characteristics. *Dental Materials.* 2011; 27:955–963
- St Germain H., Swartz ML., Phillips RW., Moore BK., Roberts TA.: Properties of microfilled composite resins as influenced by filler content. *J Dent Res.* (1985); 64:155-60.