

Parámetros de interés de las lámparas de polimerizar (I)

En el momento de elegir una lámpara de polimerizar para nuestra consulta nos asaltan una serie de dudas en cuanto a qué parámetros son los realmente decisivos para conseguir una polimerización adecuada de los materiales. En este artículo y en los siguientes repasaremos cada uno de ellos.

Para conseguir polimerizar adecuadamente los materiales fotopolimerizables es necesario que las lámparas emitan luz de una determinada longitud de onda, con una intensidad suficiente y que esta luz irradie el material en cuestión el tiempo necesario. A su vez, la intensidad dependerá del diámetro de la guía de luz. De las características y cuidado de las guías dependerá la intensidad de luz que alcance ese material y, por tanto, sus propiedades mecánicas finales.

LONGITUD DE ONDA DE LA LUZ EMITIDA

Los composites llevan un fotoiniciador que iniciará la cadena de reacciones que dan lugar a la polimerización. Éste suele ser la **canforoquinona**, que se activa preferentemente con luz de una longitud de onda entre los 450 y los 490nm con un pico en los 468nm (figs.1 y 2).

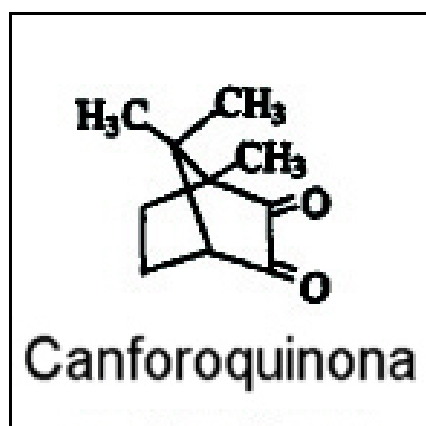


Fig.1

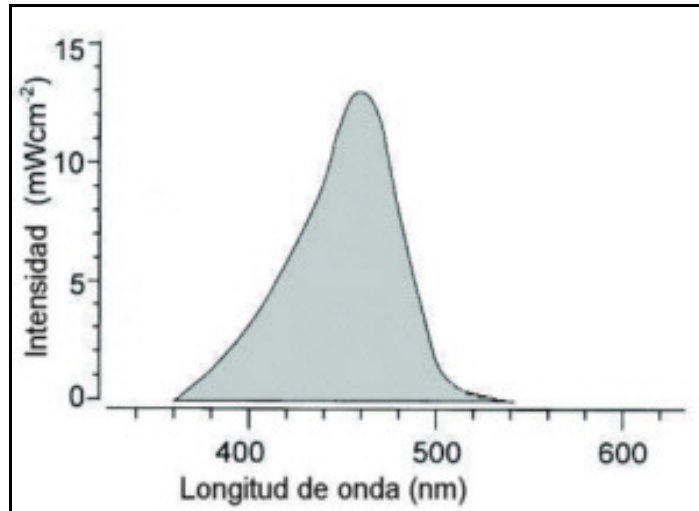


Fig.2

Recientemente se ha introducido la **fenilpropandiona**, cuyo espectro de absorción va de los 400 a los 450nm con un pico en los 410nm (fig.3).

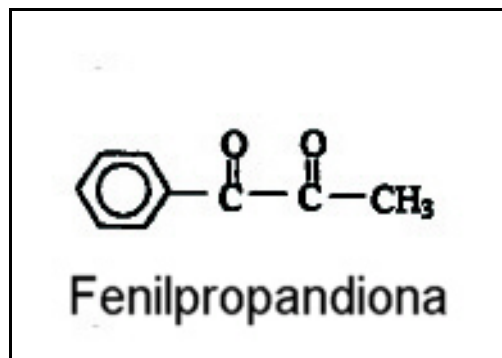


Fig.3

Los composites suelen presentar un contenido de canforoquinona del 0.15-0.20%. Por el hecho de aumentar la proporción del fotoiniciador no se consigue una mayor profundidad de polimerización ni un mayor grado de conversión del composite. Recordemos que un mayor grado de conversión indicará una polimerización más completa (como ya se verá en un próximo artículo dedicado al grado de conversión de los composites).

La fenilpropandiona consigue por sí sola un grado de conversión similar al conseguido por la canforoquinona y, cuando se utilizan juntos, actúan sinérgicamente dando lugar a una reacción de fotoactivación más eficaz. La fenilpropandiona se suele utilizar en los adhesivos monocomponentes y en los

composites de tonos esmalte o translúcidos (en ellos se suele sustituir la canforoquinona debido a que da un tono amarillo a la restauración).

La canforoquinona se halla en más del 90% de los materiales fotopolimerizables que encontramos en el mercado y se polimeriza con cualquier tipo de lámpara. El problema aparece cuando los materiales contienen fenilpropandiona y se utilizan lámparas que emiten luz dentro de una banda estrecha del espectro, tal es el caso de las lámparas de arco de plasma, las de láser argon (banda de sólo 40-45nm) o las lámparas de diodos emisores de luz (438-501nm y el pico en 465nm). Para que este tipo de lámparas sean válidas deberán ampliar el espectro de la luz emitida o utilizar materiales que contengan un fotoiniciador sensible a la luz emitida por ellas. Este hecho ha llevado a que últimamente las casa comerciales que las fabrican hayan sacado sus propios adhesivos y composites.

Una vez la luz de longitud de onda adecuada incide sobre el fotoiniciador, la canforoquinona absorbe la radiación, pasa a un estado excitado en el cual se combina con un agente reductor (una amina terciaria) y se descompone dando lugar a radicales libres. Éstos iniciarán la reacción de polimerización que dará lugar a una red tridimensional con gran cantidad de enlaces cruzados.

A medida que avanza la polimerización, disminuye la difusión de los radicales libres lo que impide una conversión completa de los dobles enlaces a enlaces simples. Así pues, suelen quedar sin reaccionar de un 25 a un 40% de los dobles enlaces (se tratará más en profundidad en el artículo correspondiente al grado de conversión).

Para conseguir una adecuada polimerización, lo ideal sería que las curvas de emisión de las lámparas de polimerizar y la curva de absorción del fotoiniciador coincidieran. De la misma manera, será necesario conocer el fotoiniciador que lleva el composite y la longitud de onda de la luz que emite la lámpara. Un ejemplo de incompatibilidad lámpara-fotoiniciador la tenemos en las primeras lámparas de arco de plasma que tuvieron que ser retiradas y han reaparecido posteriormente tras cambiarles los filtros.

GUÍAS DE LUZ

Las lámparas suelen llevar una guía de luz de 8mm o una de 11mm, suficiente para muchas de las obturaciones que realizamos en la práctica diaria. Las guías se curvan al acercarse a la punta de las mismas con el fin de que el haz de luz acceda más fácilmente a la superficie oclusal. Esta angulación es variable y las podemos encontrar rectas, a 60°, a 80° ó a 90°).

A modo de complemento de las guías más habituales, en el mercado tenemos también (fig.4):

- Guías de 13mm, muy útiles para cuando se realizan grandes reconstrucciones en molares permanentes, se cementan carillas o se colocan selladores de fisuras.
- Guías de 2-3mm para mejorar la polimerización del composite en las cajas proximales de las clases II.
- Guías dobles para polimerizar simultáneamente desde vestibular y desde lingual.
- Otras (4mm, 6mm, etc.).

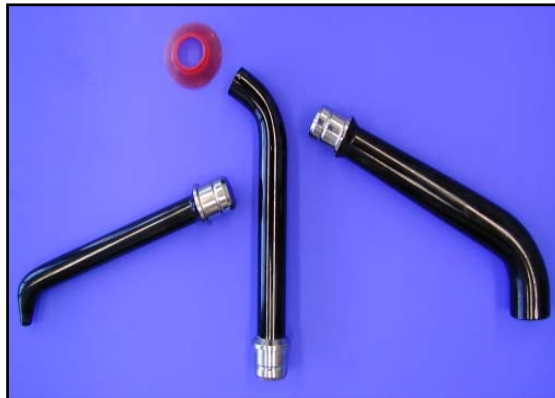


Fig.4

Es importante recordar que la intensidad de la luz emitida se mide en mW/cm^2 y que la variación en el diámetro de la guía comportará una variación en la intensidad. En general, podemos considerar que a igual fuente de luz, la intensidad emitida aumenta al disminuir el diámetro de la guía. Si sabemos cuál es el diámetro de salida de la lámpara podremos tener una noción de como variará la intensidad emitida en función de la guía elegida. Es decir, en algunos tipos de lámparas (p.e. Elipar Trilight de ESPE/3M) al utilizar una guía de 13mm se pierde hasta un 40% de intensidad ya que el diámetro de salida de la lámpara es de 9mm. Esto puede redundar en una polimerización defectuosa si no se es escrupuloso con los tiempos de exposición.

Sabiendo que la intensidad generada por la lámpara depende del diámetro de la guía de la lámpara, sería necesario conocer en cada lámpara con que guía se ha determinado la intensidad. Así, si se ha medido con una guía de 8mm, que suele ser en muchos casos la estándar, al pasar a una de 11mm se produce un incremento en el área de la guía de casi un 90%, y sabemos que la intensidad disminuye con el cuadrado de la superficie. Si seguimos el camino inverso, es decir, pasamos de un diámetro de salida de la lámpara mayor que el del extremo de la guía, aumentará la intensidad.

A.Guías Turbo

Siguiendo este último principio, recientemente han aparecido las llamadas guías Turbo. El mecanismo por el que se produce un aumento en la intensidad es porque disminuye el diámetro de la punta de la guía respecto al diámetro de salida de la lámpara (fig.5).

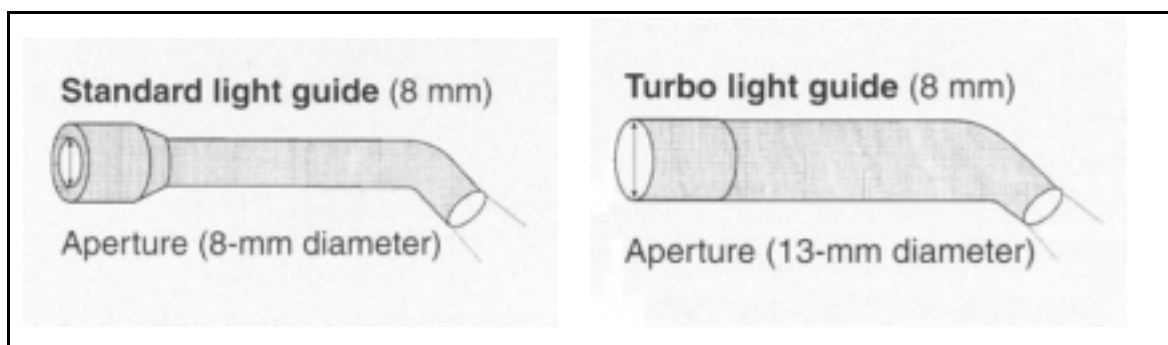


Fig.5

P.e. la Optilux 500 de Kerr/Demetron, con un diámetro de salida de 13mm, dispone de guías con diámetros de 8mm (Turbo+) y de 4mm (Mini Turbo). Se ha comprobado que con la primera la intensidad aumenta en un 60% y con la segunda se quintuplica (Leonard y col. 1999).

Ahora bien, los resultados obtenidos en estudios realizados con ellas no parecen justificar ni su uso ni su compra. Comparando la intensidad de luz emitida en función de la distancia se hallado que la intensidad disminuye de forma más rápida con ellas que no con las guías estándar y, cuando la distancia entre la guía y la superficie del material fotopolimerizable es de 4mm, las intensidades se equiparan (algo frecuente en clases II). P.e. en la Optilux 500 la intensidad de salida con la guía Turbo+ es de más del doble que la obtenida con la estándar, mientras que a 4mm de distancia la intensidad registrada con la guía Turbo+ es de $470\text{mW}/\text{cm}^2$ y con la estándar es de

489mW/cm² (Price y col. 2000). Además, la profundidad de polimerización es similar a la conseguida con las estándar, la fuerza de adhesión que consiguen es menor, el calor producido es significativamente mayor y, además, son más caras.

B. Cuidados y esterilización de las guías

También es importante el apartado correspondiente a la esterilización de las guías. Para ello se limpiarán primero los restos que hayan podido quedar en la punta evitando rayarlas. Luego se esterilizarán por inmersión o con autoclave y por último, se pulirá la superficie de la punta (hay kits especiales para ello).

Se han valorado los efectos de los distintos tratamientos sobre el mantenimiento de la intensidad de la luz emitida. Los resultados obtenidos con el autoclave son contradictorios ya que así como Rueggeberg y col. (1996) detectaron un descenso del 50% en la intensidad, Kofford y col. (1998) no hallaron diferencias entre las guías esterilizadas con autoclave y el grupo control. En el primer estudio se utilizó agua corriente y apareció un depósito calcáreo en la punta de la guía mientras que en el segundo se utilizó agua destilada y no se formaron depósitos de ningún tipo. Esos depósitos pueden ser eliminados mediante unas fresas que se venden en kits especiales para limpiar y pulir guías de polimerizar. La acción de las fresas no afecta la intensidad siempre y cuando no se utilicen copas de profilaxis.

El líquido utilizado más frecuentemente es el glutaraldehido, pero Nelson y col. (1997) hallaron que un tipo de glutaraldehido, el Cidex 7, produce con el tiempo un descenso en la transmisión de la luz.

Como **alternativas a la esterilización** se han propuesto:

- Métodos de barrera (celofán o guante de plástico): Producen una escasa reducción en la intensidad de la luz emitida y en la dureza superficial final.
- Guías de un sólo uso (Sanicure de Dentsply/Caulk o la Demetron Disposable).

Las guías Sanicure son guías transparentes, de una sola fibra, de acrílico estériles e ideadas para un sólo uso. Pueden ser utilizadas en lámparas Dentsply/Caulk, Kerr/Demetron y 3M. Se ha visto que la intensidad de salida no desciende si se compara con las guías convencionales y permite disponer de una guía estéril para cada paciente. Como desventajas tenemos que añadimos

un sobrecoste (1.11\$ por guía), no sirven para todas las lámparas y sólo están disponibles en un diámetro de 8mm.

Las guías Demetron Disposable solo pueden utilizarse con lámparas de Demetron/Kerr y tienen un diámetro de 9mm.

Los resultados obtenidos con ambos tipos de guías demuestran que la transmisión de luz es buena y en ningún caso la intensidad de salida es inferior a los 300mW/cm². Lo que sí se debe tener en cuenta es que, durante su utilización, no contacte la guía con mejillas, labios o lengua ya que la humedad presente favorecerá la transmisión de la luz fuera de la guía. En estas situaciones se ha detectado un descenso en la intensidad de hasta el 23% (Rueggeberg y col. 1998). Una forma de evitarlo es envolver la guía con papel de aluminio.

RADIÓMETROS

Para poder controlar la eficacia de nuestra lámpara tenemos a nuestra disposición los **radiómetros**. Estos aparatos constan de un fotodiodo que, al recibir la luz, genera un milivoltaje. El fotodiodo es sensible a la luz azul, que es la que es capaz de excitar las moléculas de canforoquinona. Por lo tanto, un radiómetro para lámparas de polimerizar medirá la intensidad de luz azul (450-500nm) emitida por ellas (fig.6).



Fig.6

Algunas lámparas llevan un radiómetro incorporado aunque también podemos conseguirlos independientemente de las lámparas. Como ejemplo de éstos últimos tenemos el Curing Radiometer de Kerr/Demetron, el Cure Rite de Dentsply/Caulk y el Coltolux Light Meter de Whaledent. De los tres el más

sencillo, fácil de usar y barato es el Curing Radiometer de Kerr/Demetron. Estos radiómetros no son válidos para medir la intensidad de luz emitida por las lámparas de arco de plasma o las de láser argón.

Se ha constatado que los distintos radiómetros dan lecturas diferentes para una misma lámpara y una misma guía. Una causa puede estar en que la ventana de lectura sea de distinto diámetro que la guía (recordemos que la intensidad se mide en mW/cm^2). Así, si el diámetro de la guía es menor que el de la ventana, la lectura será inferior a la real y viceversa.

La gran variabilidad se puede comprobar en el estudio de Leonard y col. (1999). En él registraron lecturas inferiores en un 276% para las guías de 4mm mientras que para las de 12mm las lecturas llegaban a ser un 50% superiores a la real. Veamos una tabla en la que se muestra el porcentaje de variación entre la intensidad real y la lectura del radiómetro (la cuarta fila de valores corresponde al radiómetro que lleva la Optilux 500 incorporado):

	4mm	7.5mm	10.5mm	12mm
Coltolux	-226%	+13%	+39%	+50%
Cure-Rite	-186%	-2%	+13%	+23%
Curing Radiometer	-261%	-10%	+10%	+21%
Demetron Optilux 500	-276%	-21%	0%	+11%

A la vista de esto, lo ideal será tomar la primera lectura el día que estrenemos la lámpara y con una guía de diámetro similar al de la ventana para tenerla de referencia. Luego repetiremos la lectura cada semana y siempre con el mismo radiómetro y con la misma guía. Cuando veamos que la lectura cae por debajo de un mínimo será necesario cambiar la bombilla o revisar alguno de los otros componentes de la lámpara. Se ha establecido que ese mínimo es distinto según se trate del Curing Radiometer ($350mW/cm^2$) o de los otros dos radiómetros ($400mW/cm^2$).

Dr. Ernest Mallat Callís
Médico-Odontólogo

Abalos-Labruzzi C., Martín-Hernández J., Llamas-Cadaval R., Jiménez-Planas A. Factores que influyen en la intensidad producida por las lámparas de polimerización. *RCOE* 1999; 4: 25-38.

Abate P.F., Zahra V.N., Macchi R.L. Effect of photopolymerization variables on composite hardness. *J Prosthet Dent* 2001; 86: 632-635.

- Bishara S.E., VonWald L., Zamtua J. Effects of different types of light guides on shear bond strength. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1998; 113: 447-451.
- Chong S., Lam Y., Lee F., Ramalingam L., Yeo A., Lim C. Effect of various infection-control methods for light-cure units on the cure of composite resins. *Oper Dent* 1998; 23: 150-154.
- CRANewsletter. Problems associated with resin curing - June 1999.
- Keogh T.P. Polimerización iniciada mediante luz: Claros y oscuros de la nuevas técnicas. *Ideas y trabajos odontoestomatológicos* 2001; 2: 29-37.
- Kofford K., Wakefield C., Nunn M. The effect of autoclaving and polishing techniques on energy transmission of light-curing tips. *Quintessence Int* 1998; 29: 491-496.
- Leonard D.L., Charlton D.G., Hilton T.J. Effect of curing tip diameter on the accuracy of dental radiometers. *Oper Dent* 1999; 24: 31-37.
- Martin F.E. A survey of the efficiency of visible light curing units. *J Dent* 1998; 26: 239-243.
- Mitton B.A., Wilson N.H.F. The use and maintenance of visible light activating units in general practice. *Brit Dent J* 2001; 191: 82-86.
- Nelson S.K., Caughman W.F., Rueggeberg F.A., Lockwood P.E. Effect of glutaraldehyde cold sterilants on light transmission of curing tips. *Quintessence Int* 1997; 28: 725-730.
- Nicholls J.I. Dental lights, light meters and light meter readings. *Quintessence Int* 2001; 32: 818-819.
- Nomoto R. Effect of light wavelength on polymerisation of light-cured resins. *Dent Mater J* 1997; 16: 60-73.
- Park Y.J., Chae K.H., Rawls H.R. Development of a new photoinitiation system for dental light-cure composite resins. *Dent Mater* 1999; 15: 120-127.
- Reality. Reality Publishing Co. 2001: 149-172.
- Rueggeberg F.A., Caughman W.F. Factors affecting light transmission of single use, plastic light curing tips. *Oper Dent* 1998; 23: 179-184.
- Rueggeberg F.A., Caughman W.F., Comer R.W. The effect of autoclaving on the transmission of energy through light-curing tips. *JADA* 1996; 127: 1183-1187.
- Rueggeberg F.A., Caughman W.F., Curtis J.W., Davis H.C. A predictive model for the polymerization of photoactivated resin composites. *Int J Prosthodont* 1994b; 7: 159-166.
- Rueggeberg F.A., Twiggs S.W., Caughman W.F., Khajotia S. Lifetime intensity profiles of 11 light-curing units. *J Dent Res* 1996; 75: 380. Abstr. nº 2897.
- Shortall A.C., Harrington E. Guidelines for the selection, use and maintenance of visible light activation units. *Br Dent J* 1996; 181: 383-387.

Publicado el 28/05/2002 en Geodental.com <http://www.geodental.net/article-5814.html>