

**“MEDICIÓN COMPARATIVA DE LA TEMPERATURA PRODUCIDA POR CUATRO  
DIFERENTES LÁMPARAS DE LUZ HALÓGENA QZ, TG (CUARZO TUNGSTENO) AL  
PASAR A TRAVÉS DE DIFERENTES GROSORES DE DENTINA Y ESMALTE.”**

TESIS PRESENTADA POR:

**DENNIS GONZALO RUANO SILVA**



Ante el Tribunal de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala que  
practicó el Examen Público previo a optar al Título de:

**CIRUJANO DENTISTA**

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2005

## **JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

Decano:	Dr. Eduardo Abril Gálvez
Vocal Primero:	Dr. Sergio Armando García Piloña
Vocal Segundo:	Dr. Guillermo Alejandro Ruiz Ordóñez
Vocal Tercero:	Dr. César Mendizábal Girón
Vocal Cuarto:	Br. Pedro José Asturias Sueiras
Vocal Quinto:	Br. Carlos Iván Dávila Álvarez
Secretaria Académica:	Dra. Cándida Luz Franco Lemus

## **TRIBUNAL QUE PRACTICÒ EL EXAMEN GENERAL PÚBLICO**

Decano:	Dr. Eduardo Abril Gálvez
Vocal Primero:	Dr. Sergio Armando García Piloña
Vocal Segundo:	Dr. Herman Horacio Mendía Alarcón
Vocal Tercero:	Dr. Erick Rony Hernández Velásquez
Secretaria Académica:	Dra. Cándida Luz Franco Lemus

## **ACTO QUE DEDICO:**

### **Al único y Sabio Dios Todopoderoso**

#### **A mis Padres**

Lic. Gonzalo Ruano Dávila  
Carmencita Silva Varela de Ruano  
Por sus sabias enseñanzas

#### **A mi Esposa**

Roxana Victoria Ordóñez de Ruano  
Por ser el complemento de mi vida

#### **A mis hijos**

Dennis Josué  
Rossana Denisse  
Bryan Benjamín

#### **A mis hermanos**

Ing. Juan Salatiel Ruano Silva  
Lcda. Hulda Karina Ruano Silva de Alvarado

#### **A mis sobrinos**

#### **A mis amigos**

Dr. Leonel Bran Jarez (Canche)  
Dr. Julio Macal (Oso)  
Dr. Gilberto Salazar (Chorchi)  
Luis Monzón (Apu)  
Allan Velásquez (Panzón)  
Marcos Garza (Chino)  
Daniel Mendizábal (Pupo)  
Lic. Mynor Morán  
Ing. Miguel Ordóñez (Chacho)  
Lic. Maco y Tania Aldana  
Ing. David Ordóñez (Homeró)  
Lic. Neri Alvarado  
Dr. Fredy Flores  
Dra. Elsy Bernal  
Dr. Antonio Culajay (Clonito)  
Forrest y Carol Kendall  
Andy y Diane Richardson  
Dr. Joe Grieco  
Tony y Herberth (Propheta)  
Mike Laudicina

#### **A mi Iglesia**

Misión Cristiana Camino y Verdad

#### **A Usted**

## **TESIS QUE DEDICO**

A: DIOS

A: GUATEMALA

A: UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

A: FACULTAD DE ODONTOLOGIA

A: MIS CATEDRATICOS

A: MIS ASESORES

Dr. Herman Horacio Mendía Alarcón

Dr. Erick Rony Hernández Velásquez

A: Todas las personas que de una u otra manera han contribuido a la elaboración de esta Tesis.

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

Tengo el honor de someter a su consideración mi trabajo de tesis intitulado: **“MEDICIÓN COMPARATIVA DE LA TEMPERATURA PRODUCIDA POR CUATRO DIFERENTES LÁMPARAS DE LUZ HALÓGENA QZ, TG (CUARZO TUNGSTENO) AL PASAR A TRAVÉS DE DIFERENTES GROSORES DE DENTINA Y ESMALTE”**, conforme lo demandan los Estatutos de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala, previo a optar al Título de:

## **CIRUJANO DENTISTA**

Expreso mis agradecimientos a mis asesores, Dr. Herman Horacio Mendía y Dr. Erick Hernández, por su valiosa colaboración en este trabajo.

A ustedes distinguidos miembros del Tribunal Examinador, sírvanse aceptar las muestras de mi más alta consideración y respeto.

## INDICE

	Página
Sumario	2
Introducción	3
Antecedentes	4
Planteamiento del Problema	5
Justificación	6
Revisión de Literatura	7
Objetivos	25
Hipótesis	26
Variables	27
Materiales y Métodos	28
Resultados	31
Discusión de los Resultados	53
Conclusiones	54
Recomendaciones	55
Limitaciones	56
Bibliografías	57
Anexos	58

## SUMARIO

Con el propósito de medir en forma comparativa, la temperatura producida por cuatro diferentes lámparas de luz Halógena cuarzo tungsteno (Qz, Tg), al pasar a través de diferentes grosores de dentina y esmalte se llevó a cabo la presente investigación.

Se seleccionaron cuatro distintas marcas de lámparas de fotocurado de luz halógena (Elipar Triligth ESPE®, Spectrum 800 de Dentsply®, XL 2500 de 3M®, Coltolux 50 Coltene®) a las cuáles se les realizaron registros de temperatura directamente a la punta activa de la fibra óptica, con un termómetro digital.

Se seleccionaron 24 piezas dentales, 12 anteriores y 12 posteriores, recién extraídas sin caries o restauraciones, 12 de las cuales se humedecieron en suero fisiológico. A las piezas se les hicieron cortes incisales, oclusales y proximales de 1,2 y 3 mm., dando un total de 72 muestras. Las cuales fueron usadas como barreras o filtros de calor entre el termómetro y la fibra óptica.

Los resultados obtenidos revelan que no hubo una diferencia significativa entre los registros de muestras secas y húmedas al ser utilizadas como filtros de calor (0.26 grados centígrados en promedio), que a mayor grosor de barreras la temperatura disminuye (1.34 grados centígrados en promedio por cada milímetro de grosor), que a mayor intensidad de luz la temperatura aumenta (1.61 grados centígrados por cada 200 mW de intensidad comenzando de 400 mW por cm<sup>2</sup>), y que a mayor tiempo de exposición la temperatura también aumenta (2.63 grados centígrados en promedio por cada 20 segundos de aumento de exposición).

En conclusión, los resultados evidencian que las temperaturas más altas las produjo la lámpara XL 2500 de 3M® y las más bajas la Spectrum 800 de Dentsply®.

## INTRODUCCIÓN

La presente investigación tuvo como fin, comparar la temperatura producida por cuatro distintas lámparas de luz halógena Cuarzo Tungsteno (Q.H.T.) al pasar a través de distintos grosores de esmalte y dentina, para observar los cambios significativos de temperatura en dicho procedimiento variando la intensidad de la luz y tiempo de fotocurado; comprobando que muchas de las distintas temperaturas producidas por las lámparas estudiadas, rebasan los rangos de temperatura que la pulpa dental, de una pieza sana, puede soportar. La temperatura corporal, es de 37.5 grados centígrados, en una persona sana y en condiciones normales, la pulpa se encuentra a la misma temperatura.

Se realizaron mediciones de temperatura, directamente a la punta activa de la fibra óptica, de distintas lámparas de fotocurado, sobrepasando en algunas los 50 grados centígrados <sup>(9)</sup>.

Tomando en cuenta lo anterior, 12.5 grados de diferencia, entre la temperatura de la pulpa y la temperatura que produce una lámpara de fotocurado, debe de afectar de alguna manera al órgano pulpar, independientemente del grosor de esmalte y dentina que exista, entre la punta activa de lámpara y la pulpa.

Para esta investigación se utilizaron 24 piezas dentales previamente escogidas: doce piezas secas y doce piezas inmersas en suero fisiológico, a las cuales se les realizaron cortes de uno, dos y tres milímetros, utilizando los cortes de esmalte y dentina como barrera entre las puntas activas de las lámparas y un termómetro digital.



## ANTECEDENTES

Existen distintos procedimientos que pueden generar calor durante cualquier tratamiento dental, pero en especial, los que incluyen la remoción de tejido dentario, pues la energía cinética de la pieza de mano al momento del corte, en gran proporción se transforma en energía calórica <sup>(7)</sup>.

El calor de fricción, causa fisuras en el esmalte por la dilatación de los cristales de apatita y desecación o deshidratación en la dentina, alterando el tejido dentinario y a distancia, afectando la pulpa. Aún, con el advenimiento de la tecnología láser, el calor producido durante el tratamiento operatorio ha sido capaz de generar daño pulpar <sup>(9)</sup>.

Seltzer y Bender afirman que las temperaturas mayores a los 46 grados centígrados, causan daños irreversibles, como estasis y trombosis <sup>(10)</sup>.

Estudios realizados, sobre el aumento de la temperatura intrapulpar utilizando rayos láser, concluyeron en que existe formación de dentina secundaria en los casos en que la temperatura aumentó solo 3 grados de la temperatura corporal normal, y se observó coagulación de las células pulpares cuando las temperaturas sobrepasaron los 5.8 grados de la temperatura corporal <sup>(7)</sup>.

Pero no solo los instrumentos rotatorios son capaces de producir calor, pues se han realizado mediciones de temperatura, usando un termómetro digital directamente a la punta activa de la fibra óptica de distintas lámparas de fotocurado <sup>(9)</sup>.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Las lámparas de fotocurado de luz halógena producen calor, si se le suma eso el calor generado por la reacción exotérmica que experimentan los materiales fotopolimerizables, la temperatura sube a tal grado que podrían causar lesiones reversibles o irreversibles a la pulpa dental. Se desconoce:

¿Cuál es la temperatura que producen las cuatro lámparas de luz halógena Qz, Tg a estudiar?

Y si el esmalte y la dentina, ¿Son capaces de disminuir la temperatura de la luz halógena Qz, Tg al ser atravesados por ella?

## **JUSTIFICACIÓN**

La búsqueda de tratamientos estéticos, restaurativos que se caracterizan por su adhesión y resistencia, ha convertido el uso de las lámparas de luz halógena en algo necesario e indispensable en cualquier consultorio dental. Tomando en cuenta también, que es la fuente de luz más económica que existe en el mercado, este tipo de lámparas son las más utilizadas en la práctica clínica. Por lo cual es importante medir, la temperatura que produce cada una de las cuatro lámparas de luz halógeno Qz, Tg. y comparar si existe alguna variación en la temperatura cuando la luz atraviesa distintos grosores de esmalte y dentina.

Actualmente no existe ningún estudio a nivel nacional que revele la temperatura que producen las lámparas QHT, por lo que el resultado de este estudio beneficiará al gremio Odontológico en general.

## REVISIÓN DE LITERATURA

Desde el punto de vista anatómico, el diente está integrado por cuatro tejidos. Tres de los mismos son duros: esmalte, dentina y cemento, en orden decreciente de dureza, todos ellos son más duros que el tejido óseo. El único tejido blando es la pulpa dentaria caracterizada por poseer una rica vascularización e innervación.

### 1. ESMALTE

El esmalte dentario es de origen epitelial y derivado del ectodermo, la capa superior del blastodermo primitivo; los demás tejidos de los dientes se originan en el mesodermo, y ello es una diferencia de por sí fundamental. Normalmente una vez formado el esmalte no puede variar su estado, pero es durante su desarrollo cuando ese tejido llega a registrar alteraciones por influencias sincrónicas de enfermedades eruptivas y de otras, como la disentería y la tifoidea; se tendrá así, defectos morfológicos en el esmalte. Posee muy poca sustancia orgánica alrededor de un 2%, porque denota el más alto índice de iluminación como dice Pollia, de entre los tejidos del cuerpo humano. Esa iluminación hallase admirablemente uniforme en toda su extensión, de modo que la menor variación que se presente puede ser reconocida inicialmente, mucho antes que en cualquier otro tejido <sup>(3)</sup>.

Es un tejido que debido a su translucidez permite percibir el color de la dentina; por lo cual aparece de tonalidad blanco amarillento. Ocasionalmente puede presentar coloraciones oscuras (dientes veteados). Su superficie es lisa, brillante. El espesor máximo se encuentra en los bordes incisiales y cúspides (2mm en los incisivos, de 2 a 4mm en los caninos y 3mm en premolares y molares). El espesor es menor en los tercios centrales de las caras laterales y en los surcos oclusales, donde a veces puede desaparecer, originando las fisuras. Encontrándose con su mínimo a nivel de las líneas cervicales, con terminación en filo de cuchillo, con lo que el espesor esta en relación directa con el trabajo masticatorio que debe cumplir cada zona del diente: a mayores presiones mayor espesor adamantino <sup>(3)</sup>.

#### 1.1 PROPIEDADES

Su extrema dureza (343 Knoop), directamente proporcional al grado de mineralización, registrada con el numero 5 en la escala de Mohs, es la mayor que se observa en la estructura humana

y deriva de su composición química, dado que la proporción inorgánica se estima en un 95%, material orgánico 1% y un 4% de agua.

Ello explica su extraordinaria fragilidad. Es incapaz de resistir presiones por si solo sin fracturarse. Las fracturas siguen la dirección general de los prismas. Resiste muy bien las fuerzas cuando cuenta con el soporte elástico de la dentina. El desgaste fisiológico del esmalte es de 29 micras al año en condiciones normales <sup>(4)</sup>.

## **1.2 PRISMAS**

Están compuestos por cristales de hidroxiapatita, sales de calcio, fosfato, carbonato y sulfato  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ .

Son varillas que cubren todo el espesor adamantino. Los prismas están agrupados en fascículos, que se entrecruzan unos con otros <sup>(5)</sup>.

La orientación de los prismas es compleja, se dirigen desde la superficie interna, hacia la superficie externa del diente. Se organizan y disponen en hileras o planos circunferenciales alrededor del eje mayor del diente, entre 30,000 a 40,000 prismas por  $\text{mm}^2$  <sup>(5)</sup>.

### **1.2.1 PRISMAS SUPLEMENTARIOS.**

Son cortos, irregulares y se hallan en el tercio externo del espesor adamantino ocupan los espacios dejados por los fascículos que, como mantienen igual dimensión transversal en toda su longitud, están juntos en la superficie interior y no alcanzan a cubrir toda la superficie externa <sup>(2)</sup>.

### **1.2.2 ESMALTE APRISMÁTICO**

Louis V. Rips en recientes investigaciones realizadas con luz polarizada y microscopio electrónico, a demostrado la existencia de una zona externa del esmalte carente de prismas; lo detectó en la totalidad de los dientes deciduos y en el 70% de los dientes permanentes. En los dientes deciduos se extiende en todas las caras laterales; en los permanentes solo se halla en el tercio cervical pero ausente en las cúspides, teniendo un espesor de 30 micras <sup>(3)</sup>.

### **1.2.3 VAINA DE LOS PRISMAS Ó SUSTANCIA INTERPRISMÁTICA.**

Es una línea definida que rodea la cabeza del prisma, con un grosor aproximado de 0.1 a 0.5 micras, esta formado por cristales que están dispuestos en otras direcciones y de menor tamaño.

### **1.3 PERIQUEMATIES.**

Son canales paralelos, formados por la deposición cíclica del esmalte. Especialmente en la región cervical, son más marcados en los dientes permanentes recién erupcionados. Son formaciones íntimamente relacionadas con las estrías de Retzius.

### **1.4 LAMINILLAS DEL ESMALTE Y PENACHOS DE LINTERER:**

Representan la visualización de zonas donde los elementos integrantes del esmalte no han alcanzado una total calcificación. Se observan como trazos radiados que se originan en el límite amelodentinario, pero mientras las laminillas recorren todo el espesor adamantino, los penachos de LINTERER son de trayectoria más breve <sup>(5)</sup>.

### **1.5 LINEA DE SCHREGER.**

Corresponden a la delimitación entre fascículos de distinta dirección. Aparecen como un huso oscuro rodeado de zonas claras. Este aspecto es más notable en el tercio interno, al tener los haces de prismas distintas orientaciones, se explica que los cortes tomen algunos en forma transversal (Diazonas), y otros longitudinal (Parazonas), constituidas por 8 manojos de prismas que cambian de dirección <sup>(4)</sup>.

### **1.6 ESTRIAS DE RETZIUS.**

El crecimiento del tejido adamantino se cumple por periodos de gran actividad del órgano del esmalte, alternados con otros de menor trabajo. Estos quedan representados por unas líneas parduscas de menor calcificación a intervalos de 20 a 80 micras, que en el corte transversal se ven paralelas a la pared externa del caparazón dentinario, y que en el corte longitudinal, aparecen alejándose del límite amelodentinario en dirección incisal. En la porción de las cúspides y bordes incisales, las estrías de RETZIUS empiezan y terminan en el límite amelodentinario, por que los primeros depósitos adamantinos adoptan la forma de casquetes. En cambio, en las cercanías del cuello la calcificación dentinaria toma la forma de anillos y las estrías de RETZIUS se extienden desde el límite amelodentinario hasta la superficie adamantina, formando las depresiones que se instalan entre las periquematias <sup>(5)</sup>.

Pollia clasificó el esmalte con el índice 15, en la escala de grados de iluminación de los tejidos situados entre el índice correspondiente al proceso malar, la línea oblicua interna y los

tubérculos mentonianos, que es el 14, y algunos materiales de obturación de conductos que representan el índice 16.

El mencionado autor define el índice de iluminación como *“la cantidad de luz de examen que penetra en un objeto”*. Por otro lado, dice: *“el índice de radiolucidez o cantidad de iluminación bloqueada también podría usarse, pero esto es mas dificultoso de entender, desde que cuanto mayor es la cantidad de rayos que atraviesan un objeto, menor será la cantidad de luz que se verá; mientras que cuanto mayor es la cantidad de rayos absorbidos mayor será el índice de iluminación”*. Dichos grados de iluminación están limitados por un lado por el índice cero, es decir, cuando ningún rayo de luz de examen pasa por el negativo, lo que ocurre con la película groseramente sobreexpuesta y que ennegrece profundamente en el revelado; por el otro lado esta el índice 19, que corresponde a aquella película que no fue expuesta a la acción de los rayos Roentgen y que, al terminar el fijado, resulta totalmente aclarada. Entre esos dos extremos, se hallan los índices que corresponden a todos los tejidos dentarios y paradentarios, como también a los materiales usados en los tratamientos dentales <sup>(3)</sup>.

Radiográficamente, el esmalte se observa como una sombra radio opaca clara, ya que apenas tiene cuatro grados menos de iluminación que la película no expuesta y aclarada en el hiposulfito de soda, de modo que su brillantez casi blanca y uniforme es típico de su estado normal. Con una correcta angulación radiográfica, puede observarse bien el contorno de esa parte superior del órgano dentario <sup>(5)</sup>.

El mejor perfil transversal de la corona mesiodistal, o sea frontal para el diente, se observa en la radiografía tomada por el método Raper o de la aleta mordible, o BITE WING, también llamada radiografía coronaria, por la casi horizontalidad de la incidencia del rayo central perpendicular a la película, siendo el objeto paralelo a esta. El método de Raper nos proporciona un perfecto perfil de las caras proximales, para reconocer la más temprana alteración de su radiopacidad normal.

El examen del esmalte tiene gran valor diagnóstico de incuestionable aspecto preventivo, por cuanto todo cambio en este tejido, constituye la iniciación del ataque infectivo al órgano dentario, hecho que se proyecta en el futuro como puerta de entrada de la enfermedad del diente, de la pulpa y del mismo organismo <sup>(4)</sup>.

En la práctica clínica, se debe observar siempre el contorno coronado en la capa de esmalte, como una banda o cinta que recubre fielmente la corona en sus caras triturantes y proximales y bordes incisales, adelgazándose a medida que se acerca al cuello dentario, a manera de borde cortante de cuchillo, para ponerse en relación con la capa cementaria radicular. En esa forma, el tejido dentinario estará protegido de cualquier ataque externo <sup>(12)</sup>.

Así lo expresa Cabrini cuando dice: *“en el diente humano el esmalte se halla recubriendo totalmente la dentina coronaria, cuya superficie exterior reproduce en sus accidente, exagerándolos casi siempre. Es el tejido mas extenso de la corona cuando falte la membrana de Nasmyth, en cualesquiera de sus formas, estando en contacto, entonces, con el medio bucal”*. *“Le forma a la dentina una especie de casquete que termina en un borde sinuoso, en estrecha relación con el reborde del esmalte, en el cuello dentario forma una línea convexa, abierta, que se curva hacia la corona en las caras lingual y vestibular o labial, y es cóncava, de curva abierta hacia la raíz en las caras ínter proximales. La encía presenta, en cambio, la curva en sentido opuesto en cada costado”* <sup>(5,8)</sup>.

El esmalte tiene una superficie interna en contacto con la dentina, que se llama límite amelodentinario, ambos tejidos están fuertemente unidos a manera de engranaje y una superficie externa que es el perfil coronario <sup>(12)</sup>.

Afinado el espesor, en los bordes que llegan al cuello dentario, el esmalte se ensancha hacia las cúspides donde alcanza su mayor espesor, que es de dos a tres milímetros; este último observable en los molares. Desde las cúspides al descender a los surcos o focetas, disminuye de grosor hasta ser, a veces, inferior al espesor del borde mismo del límite amelodentinario. Otras veces la ausencia del esmalte en el fondo del surco, dejará a ese surco indefenso, desguarnecido, y esos *“son los surcos fisurados que inevitablemente se convertirán en caries”* <sup>(2)</sup>.

Al observar el esmalte de las coronas dentarias investigando su integridad al examen radiográfico, vemos que el perfil convexo, abombado de las caras proximales tiene un punto mas avanzado en el desarrollo de esa curva el punto de contacto, que toca con el punto de contacto del diente vecino, y que es de gran importancia en el fisiologismo masticatorio <sup>(8)</sup>.

Igualmente, hallamos las cúspides dentarias normalmente acentuadas en los sujetos jóvenes; en los bordes incisales de los dientes recientemente erupcionados podrá verse el perfil festoneado en flor de liz, con dos escotaduras que señalan el sitio de unión de los tres lóbulos, o sea las distintas partes en que se formen el capuchón de esmalte. El borde del casquete que aparece adelgazado entra en contacto con el borde también adelgazado del cemento radicular, lo que puede ocurrir de cuatro maneras: o bien cubre el cemento al esmalte, o el esmalte al cemento. O se unen los dos bordes, o si no, dejan un espacio entre ellos exponiendo la dentina; se atribuye este último caso a una deficiente formación de uno de los dos tejidos de cubierta; como en el caso de los surcos fisurados, aquí la dentina es fácilmente atacada por falta de una adecuada protección amelocementaria <sup>(2,5)</sup>.



## 1.7 LIMITE AMELODENTINARIO

El límite amelodentinario está perfectamente definido, tal como sucede siempre que se ponen en contacto dos tejidos pertenecientes a diferentes hojas blastodérmicas: el esmalte de origen ectodérmico y la dentina, derivada del mesodermo. La disposición que adopta es clásicamente la de una superficie integrada por una sucesión de segmentos de esferas cuyas concavidades corresponden caras vestibulares y proximales, el límite es recto y posee concavidades de menor diámetro y profundidad. En bordes incisiales y caras oclusales ofrece un aspecto festoneado mas homogéneo.<sup>(3)</sup>

En cambio en el tercio medio de las caras laterales es donde se registran las mayores irregularidades, pudiendo observarse ondulaciones y concavidades y de tamaño sumamente variable. Erausquin afirmaba *“que la regularidad del límite amelodentinario es un índice de la buena estructuración de los tejidos que lo integran en tanto que la exageración de las escotaduras representa una señal de deficiencia”*<sup>(11)</sup>.

Constituye el límite amelodentinario una zona de extrema sensibilidad, prueba de ello es el dolor que se registra cuando se produce el paso de la fresa odontológica a ese nivel. Es la zona del diente donde se produce la terminación de los conductillos dentinarios y de las fibrillas de Tomes. Aquellos lo hacen irregularmente, adaptando formas diversas: penachos de Boedecker, usos adamantinos, empalizadas, etc.<sup>(5,11)</sup>.

Topográficamente, el límite sigue la conformación de la superficie externa del diente en las áreas en relación con bordes incisales, caras oclusales y vestibular de incisivos y caninos; en las restantes adopta una disposición en forma de itálica, de concavidad dentinaria en cervical y concavidad adamantina hacia oclusal o incisal<sup>(5)</sup>.

## 2. DENTINA

Por dentro del esmalte en la corona y del cemento en la raíz, se encuentra el tejido más voluminoso del diente, la dentina, que circunscribe una cavidad ocupada por la pulpa dentaria.

La dentina en el diente completamente calcificado en condiciones normales no esta en contacto con el exterior. En la porción apical la pared del conducto se halla integrada por el cemento<sup>(12)</sup>.

Es un tejido menos duro que el esmalte pues contiene solo un 69 a 72% de sales minerales, por lo que su índice de iluminación, es menor que en el caso del esmalte. En consecuencia la dentina tiene mayor iluminación que el tejido óseo, lo que significa que es mas radio opaca<sup>(5)</sup>.

## **2.1 ESPESOR**

Es bastante uniforme, no es constante como el del esmalte, sino que aumenta con la edad por actividad normal o patológica del órgano pulpar.

Oscila desde 1.5mm (vestibular y proximal de incisivos) hasta 4.5mm (incisal de canino superior y cúspide palatina de molares). Dentro de un mismo diente es mayor a nivel de cúspides y bordes incisales en coincidencia con mayores espesores del esmalte <sup>(2)</sup>.

## **2.2 PROPIEDADES**

Es de color blanco amarillento, el que puede modificarse por una zona de color gris, que corresponde a la transparencia de la dentina secundaria. La dentina tiene un relativo grado de elasticidad, por que las sales minerales que entran a formar parte de la composición reticular de la sustancia orgánica, le otorga mayor resistencia <sup>(5)</sup>.

La clasificación dentinaria es mas intensa en los caninos y en los dos primeros molares.

Es un tejido acelular sensible y capaz de reaccionar ante los agentes fisicoquímicos. Su metabolismo se manifiesta tanto, cuando cede sus sales, como cuando aumenta de espesor por la producción de dentina adventicia o secundaria <sup>(2)</sup>

## **2.3 ESTRUCTURA DE LA DENTINA**

Comprende los tubulillos dentinarios, que alojan las fibrillas de Tomes y las sustancia fundamental.

### **2.3.1 TUBULILLOS**

Son verdaderos tubos cónicos que van adelgazándose desde la pared interna hasta el límite amelodentinario. Poseen una pared propia y un recorrido que varia según la región del diente que se considere.

a) Corona. Se irradian formando una “s” itálica determinada por dos curvaturas primarias. Las secundarias son menores y no modifican la dirección general del conductillo. Frecuentemente aparecen modificados.

b) Cuello. Se atenúan o desaparecen las curvaturas primarias, las ramificaciones y la conicidad.

c) Raíz. Los conductillos son irregulares, con manifiesta tendencia a presentar una concavidad dirigida hacia la corona, y en lugar de ramificaciones son más frecuentes las bifurcaciones<sup>(4)</sup>.

El calibre de los conductillos oscila entre 1 y 4 micrones, hallándose los mayores valores en la vecindad pulpar. Su luz se reduce con la edad, sufriendo calcificaciones parciales o totales en tanto disminuye en su interior la sustancia orgánica. Esta verdadera esclerosis de la dentina determinaría según Seltzer y Bender, una reducción de la transmisión de la sensibilidad y de la irritación que pueden causar a la pulpa los agentes exógenos<sup>(10)</sup>.

### **2.3.2 FIBRILLA DE TOMES**

Ocupa la luz del conducto dentinario. La fibrilla es una prolongación protoplasmática del odontoblasto, es elástica, se ramifica y anastomosa con sus vecinas<sup>(2)</sup>.

Existen dos tipos de fibrillas macizas y tubulares, pudiendo estas presentarse en dos variantes: con o sin espacio entre la fibrilla y la pared del conductillo.

### **2.3.3 SUSTANCIA FUNDAMENTAL**

Es una trama conjuntiva finamente fibrilar, enmascarada por las sales minerales.

### **2.3.4 ESPACIOS ÍNTER GLOBULARES DE CZAEMAK**

Son zonas dentinales brillantes que aparecen en la corona en las proximidades del límite amelodentinario. De forma irregular, sus lados son segmentos de circunferencia cuyas convexidades se orientan hacia el interior del espacio. Son zonas de menor calcificación, o bien espacios dejados por las calcosferitas<sup>(12)</sup>.

### **2.3.5 ZONA GRANULAR DE TOMES**

Es una zona oscura y continua que tiene mucha similitud con la estructura ósea, se localiza en la periferia de la dentina radicular, las cavidades de esta zona son comparables con la médula ósea.

### **2.3.6 LIMITE CEMENTODENTINARIO**

Menos definido que el amelodentinario, porque a nivel de la zona granular de Tomes, la estructura dentinaria es sumamente irregular y hasta parecida a la del cemento.

### **2.3.7 LINEAS DE CONTORNO DE OWEN**

De dirección paralela a la superficie, delimitan entre sí las laminillas de dentina. Tienen idéntica significación que las estrías de Retzius.

### **2.3.8 LINEA DE SCHREGER**

Son imágenes determinadas por la sucesión de curvaturas primarias y una serie de conductillos vecinos <sup>(4)</sup>.

Desde el punto de vista anatómico, la dentina es el tejido que da casi toda la forma al órgano dentario. En la parte visible del diente (la corona) está cubierta por la capa de esmalte y la parte relacionada con la raíz, solo tiene una delgada capa de tejido que es el cemento <sup>(8)</sup>.

Hay un grado de calcificación distinta en los dientes de una misma boca, según Cagbrini, los molares y los caninos son los dientes que presentan mayor proporción de sales minerales en su dentina <sup>(3)</sup>.

## **3. PULPA DENTAL**

La pulpa es un sistema de tejido conjuntivo, similar en composición al de la mayoría de los tejidos blandos del cuerpo, formado por células, sustancia fundamental y fibras <sup>(11)</sup>.

Posee un 25% de sustancia orgánica y un 75 % de agua en el individuo joven. Estas proporciones varían con la edad, disminuyendo el porcentaje de agua y por consiguiente el aumento del número fibras. Las células fabrican una matriz fundamental, que después actúa como base y precursor del complejo fibroso, el que está compuesto por colágena y reticulina.

### **3.1 FIBROBLASTOS**

Son las células fundamentales de la pulpa, similares a las del tejido conjuntivo de cualquier parte del cuerpo. En la pulpa joven existe notable predominio de fibroblastos sobre fibras colágenas.

Los fibroblastos presentan organelos bien desarrollados, con retículo endoplásmico rugoso extenso y denso en forma de cisternas dilatadas. Estas contienen sustancia amorfa con filamentos ocasionales <sup>(4,10)</sup>.

La pulpa también posee células diferenciadas llamadas odontoblastos, que son las células precursoras de la dentina, con forma cilíndrica y prismática en una sola hilera, ubicadas entre la predentina y la zona basal de Weill <sup>(11)</sup>.

### 3.2 VASOS Y NERVIOS

La arteria que penetra por el foramen emite en los conductos escasos colaterales que se multiplican al llegar a la cámara pulpar. Se acepta que las arterias ocupan el centro de la cavidad pulpar y las venas se disponen en la periferia. Los vasos pulpares tienen su origen en la papila dentaria, presentan amplias anastomosis con los periodónticos, entendiéndose que esta circunstancia es responsable de la propagación de enfermedades del área dentaria a zonas peri y paradentarias <sup>(3)</sup>.

En cuanto al filete nervioso, sigue idéntica distribución que la arteria hasta llegar a formar, por debajo de la zona basal de Weill, un plexo reconocido por Raschkow y considerado por algunos autores como la porción terminal del árbol nervioso <sup>(11)</sup>.

### 4. DAÑO PULPAR

El daño pulpar es atribuido a distintos factores tales como: caries, trauma, enfermedad periodontal y en otros casos, aumentos de temperatura. Seltzer y Bender afirman que las temperaturas mayores a los 46 grados centígrados, causan daños irreversibles, como estasis y trombosis <sup>(10)</sup>.

Estudios realizados, sobre el aumento de la temperatura intrapulpar utilizando rayos láser, concluyeron en que existe formación de dentina secundaria en los casos en que la temperatura aumentó solo 3 grados de la temperatura corporal normal, y se observó coagulación de las células pulpares cuando las temperaturas sobrepasaron los 5.8 grados de la temperatura corporal <sup>(7)</sup>.

Según Powell, en el tejido pulpar, que consta de 70 a 80 % de agua, al utilizar el rayo de láser de CO<sub>2</sub>, el agua se evaporó por completo <sup>(7,10)</sup>.

Se ha demostrado, según Seling, que el grado de reacción pulpar es inversamente proporcional al grosor restante de la dentina y que los odontoblastos ubicados bajo o cerca de la cavidad, disminuye la síntesis de proteínas <sup>(10)</sup>.

Por lo general, la preparación de una cavidad superficial que corta las prolongaciones odontoblásticas cerca de la unión amelodentinaria, solo causa leve irritación, aunque está por determinarse si una preparación poco profunda, realmente corta las prolongaciones odontoblásticas.

Estudios realizados por Branstrom, indican que en humanos y gatos, las prolongaciones odontoblásticas no llegan hasta la unión amelocementaria, sin embargo, la estimulación de odontoblastos subyacentes produce dentina reparativa común. Conforme aumenta la profundidad de la cavidad y las prolongaciones odontoblásticas se cortan, crece la irritación y en consecuencia, el índice de producción de dentina de restauración <sup>(3)</sup>.

Entre más profunda sea la cavidad y mayor la aproximación al núcleo odontoblástico mayor será la inflamación y será más grave la lesión pulpar <sup>(11)</sup>.

## **5. FILTROS DE CALOR**

El tejido dentario está expuesto a diversos procedimientos que pueden generar calor, ya sea friccional como el causado por el instrumental rotatorio, el causado por la reacción exotérmica de algún material al polimerizar y otros. Por lo que el esmalte y la dentina deben de procurar cumplir a cabalidad con el papel de aislantes del órgano pulpar <sup>(7,10)</sup>.

El esmalte es un tejido mineralizado y por lo tanto, carece de la capacidad de reacción biológica para reparar una fisura, erosión o caries. La dificultad que ofrece para la penetración del instrumental, que tiende a desgastarlo con fines restauradores, convierte la energía cinética de la pieza de mano, en energía calórica, la que se concentra en zonas pequeñas del esmalte, ya que éste (el esmalte) es un mal conductor térmico <sup>(2,9)</sup>.

Esta elevación brusca de la temperatura y consiguiente dilatación de los cristales de apatita en un área reducida, genera tensiones sobre el esmalte circundante y favorece la producción de fisuras que luego pueden propagarse <sup>(9)</sup>.

No existe procedimiento operatorio alguno, en el que se corte la dentina hasta llegar a 0.5mm de la pulpa, sin provocar daños de importancia en el órgano pulpar. Todo odontólogo necesita tomar en cuenta: espesor y calidad de la dentina remanente, para determinar si ésta podrá realizar su trabajo como aislante, desecación o deshidratación de la dentina y capacidad de reacción pulpar <sup>(7)</sup>.

### **5.1 DESHIDRATACIÓN**

El secado constante y la dispersión de los fragmentos dentinarios durante el tratamiento operatorio, contribuye a la inflamación pulpar y a la posible necrosis, sobre todo en una pulpa muy estresada. Esta teoría sostenida por Branstrom, está basada en la ley biológica simple, de que ninguna célula puede funcionar en ausencia de agua <sup>(10)</sup>.

El aumento de la reacción inflamatoria pulpar es directamente proporcional a la profundidad de la cavidad preparada, cuando no quedan más de 5mm. De dentina, entre el piso de la cavidad y la pulpa, cada disminución de 0.1 intensifica la inflamación en forma progresiva, cuando la preparación se hace con baja velocidad y sin enfriamiento <sup>(11)</sup>.

## 6. LUZ HALÓGENA

### ORIGEN DE LA LUZ HALOGENA

La producción de radiación luminosa por medio de la electricidad se fundamenta en varios de los fenómenos físicos producidos por el paso de un flujo de corriente eléctrica a través de un medio conductor, ya sea sólido o gaseoso. En el primero de los casos, encontramos el fenómeno de la INCANDESCENCIA, por el cual, un conductor sometido al paso de una corriente eléctrica experimenta una elevación de temperatura debido al llamado "Efecto Joule" <sup>(6)</sup>.

Si las características de resistencia de dicho conductor, la tensión o voltaje a que queda sometido y el amperaje que lo recorre son las adecuadas, el conductor alcanzará una temperatura suficientemente elevada como para comenzar a emitir radiaciones en forma de calor, energía infrarroja y, por supuesto, luz visible. La proporción de radiación luminosa emitida por un cuerpo incandescente siempre será muy inferior comparada con la radiada en otras longitudes de onda más largas, como las infrarrojas. Debido al hecho de que a igualdad de potencia consumida, la cantidad de radiación visible es proporcional a la temperatura del cuerpo luminoso, existe un marcado interés por la elevación de la misma. Pero en seguida nos tropezamos con un inconveniente: todo cuerpo al calentarse llega un momento en que alcanza una temperatura en la que se reblandece y funde. Es la llamada "Temperatura de Fusión" que es característica de cada material; por ello, los primeros cuerpos luminosos que se produjeron para las lámparas incandescentes estaban constituidos por varillas de carbón relativamente gruesas. Se eligió el carbón debido a su elevado punto de fusión (3,530°C).

Lógicamente, cualquier materia sometida a altas temperaturas en contacto con la atmósfera, se quema inmediatamente debido al oxígeno del aire; es por ello que, desde un primer momento se optó por encerrar el cuerpo incandescente en un recipiente de vidrio en forma de vaso, campana o ampolla, del que se extrae el aire en la forma más perfecta posible para preservar dicho cuerpo de la acción oxidante atmosférica. Más tarde, varios investigadores, entre los que cabe citar a Grove, Moleyns, Goebel, Swan, Sawyer-Man y por supuesto Edison, experimentaron con piezas de carbón en forma de hebra o FILAMENTO, sistema con el que se llegaron a construir las primeras lámparas incandescentes comerciales de uso general <sup>(6)</sup>.

El grave problema que presenta el uso del carbón como materia prima para la construcción de filamentos incandescentes es su marcada tendencia a la evaporación, lo cual provoca su adelgazamiento y posterior rotura. Dicha evaporación comienza a temperaturas notablemente inferiores a la de fusión, motivo por el cual hay que mantener su temperatura de incandescencia muy por debajo de dicho límite. Como resultado, el rendimiento de tales lámparas es muy bajo, emitiendo además una luz excesivamente rojiza. Por ello, hacia 1902 se investigó la posibilidad de utilizar filamentos metálicos, aprovechando para ello, las características de determinados metales como el osmio, que funde a  $2,500^{\circ}\text{C}$ . No obstante, dicho metal no reunía las características adecuadas de robustez mecánica, lo que conducía a la rotura del filamento debida a leves choques o vibraciones a que pudiera quedar sometida la lámpara <sup>(6)</sup>.

Más tarde, en 1905, aparecieron las primeras lámparas de filamento de tántalo estirado, con una temperatura de fusión de  $2,800^{\circ}\text{C}$  cuyas características eran notablemente mejores que las de osmio en cuanto a resistencia mecánica y que las de carbón en cuanto a rendimiento, pero aún así, éste metal seguía presentando serios inconvenientes para llegar a ser el material de base con el que confeccionar el filamento "definitivo" que convirtiera a la lámpara eléctrica en un manantial luminoso, realmente práctico.

El tungsteno ó wolframio, se presentaba como el material de base con más posibilidades para la fabricación de filamentos incandescentes, si bien, su preparación era sumamente difícil y costosa, especialmente por el hecho de su elevado punto de fusión ( $3,395^{\circ}\text{C}$ ) que impedía la utilización de moldes y crisoles para su licuefacción. El único método que parecía viable (y que sigue siendo la base de la actual fabricación de filamentos) consistía en reducir previamente el tungsteno a polvo impalpable, para después comprimirlo haciendo uso de potentes prensas hidráulicas, formando estrechas barras o lingotes que son sometidas a calentamiento hasta la incandescencia mediante el paso de una corriente eléctrica de gran amperaje, en el seno de una atmósfera inerte. De ahí se pasa a la fase de martillado y trefilado, donde mediante un proceso de golpeado repetitivo a alta velocidad y posteriormente el paso por hileras de calibre decreciente, dan como resultado un hilo de tungsteno puro de longitudes y diámetros variables, dependientes de los parámetros eléctricos (tensión-intensidad-potencia) que deban tener los diferentes tipos de lámparas a elaborar.

Una vez vencidos todos los inconvenientes para la preparación del hilo de tungsteno, a partir de 1910, se comenzaron a producir lámparas de filamento estirado de una sola pieza y con vacío interior, con lo que se logró un rendimiento muy superior al de los otros tipos anteriores, aunque aún seguían presentando grandes deficiencias, sobre todo en cuanto a la fragilidad de los



filamentos y al inevitable y paulatino ennegrecimiento de la superficie interna del vidrio constitutivo de la ampolla.

En 1,913 Langmuir descubrió, que si el filamento se arrollaba en espiral adoptando la forma de un cilindro corto y grueso, en lugar de una estructura de zig-zag o jaula como en las lámparas de vacío, era posible la introducción de un gas inerte que no provocara la oxidación del filamento a las altas temperaturas de trabajo y que además permitía frenar en alto grado la evaporación del tungsteno, fenómeno responsable de la disgregación del filamento y por tanto de su adelgazamiento y rotura, así como de su posterior condensación y deposición sobre la superficie interna de la ampolla, con el consiguiente ennegrecimiento y pérdida de transmisión luminosa. Así se llegó a la construcción de lámparas cuyo filamento podía trabajar a temperaturas superiores sin un desgaste adicional, pero con un rendimiento muy superior, además de emitir una luz notablemente más blanca. Los gases utilizados para el relleno suelen ser el nitrógeno y el argón, en forma de mezcla, a una presión interna de uno a dos tercios de atmósfera aproximadamente.

Otros gases utilizados corrientemente son el kriptón y el xenón, que tienen la ventaja de su menor conductividad térmica y mayor peso atómico, lo que permite al filamento alcanzar temperaturas aún mayores y por tanto, rendimientos más elevados con mejor calidad de luz, si bien el uso de dichos gases resulta algo más caro. En otros casos, al gas de relleno, se añaden determinados compuestos halógenos, como el yodo, que tiene la propiedad de evitar la condensación del vapor de tungsteno sobre la cara interna de la ampolla, devolviéndolo al menos en parte, a la superficie del filamento, evitando tanto el ennegrecimiento interior de aquella, como la desintegración prematura del filamento. Normalmente, para éste tipo de lámparas llamadas HALÓGENAS, se utilizan ampollas de muy pequeño tamaño, debido a que su superficie ha de encontrarse a una temperatura muy elevada para que se produzca el ciclo del yoduro de tungsteno; por ello, ésta se fabrica a base de vidrio de cuarzo de elevado punto de fusión.

Este tipo de lámpara, de gran difusión en la actualidad, supera a todos los anteriores en cuanto a rendimiento y calidad de luz, alcanzando el máximo perfeccionamiento que pueda llegar a obtenerse mediante el uso del filamento metálico incandescente, ya que en algunos modelos de lámparas halógenas de gran potencia para iluminación de estudios fotográficos, de cine o televisión, así como para proyectores cinematográficos, se llega a forzar la temperatura de sus filamentos casi hasta los 3,200°C, muy cercana al punto de fusión del tungsteno, precisando del uso de sistemas de refrigeración mediante aire forzado, a base de ventiladores. Su campo de utilización abarca casi cualquier aplicación que se nos pudiera ocurrir: desde los grandes sistemas de proyección e iluminación escénica hasta las más modestas linternas de

bolsillo, pasando por la iluminación decorativa, automoción y alumbrado de interiores, por citar sólo algunos ejemplos de uso de las bombillas halógenas, también conocidas como "de cuarzo-yodo".

Esto es a grandes rasgos, la evolución histórica de la lámpara eléctrica de incandescencia; ese familiar artefacto al cual la costumbre nos hace ver con tal indiferencia que, cuando encendemos una simple bombilla o la tenemos en la mano, muy pocas veces se llega a pensar en todo el árido trabajo de investigación, experimentación y desarrollo que durante más de cien años ha sido llevado a cabo por cientos de inventores, científicos y fabricantes, venciendo un sinnúmero de dificultades técnicas para conseguir que éste invento llegara a alcanzar la popularidad y utilidad de que goza hoy día.

Hace más de 33 años que la fotopolimerización fue introducida para las resinas compuestas. Las primeras unidades de fotocurado fueron con luz ultravioleta y fueron sacadas del mercado por presentar problemas de biocompatibilidad, escasa capacidad de penetración, lentitud de fotoactivación y riesgo de dermatosis o lesión ocular ante exposiciones prolongadas <sup>(1,9)</sup>.

No obstante, es interesante recordar que, a pesar de que su uso se abandonó hace ya más de 25 años, todavía en la actualidad seguimos leyendo o escuchando en ocasiones el concepto incorrecto de "polimerizamos mediante luz ultravioleta..." <sup>(8)</sup>.

Posteriormente fueron reemplazados por las fuentes de luz visible (400-500NM), lámparas de luz halógena. Las unidades de polimerización de luz halógena presentan un foco constituido por un filamento de cuarzo-tungsteno, el cual emite una luz blanca y que gracias a la presencia de un filtro solo permite dejar pasar al conductor luz azul, la cual activará al fotoiniciador (canforquinona) para permitir la polimerización del material <sup>(6)</sup>.

Así pues, desde mediados de los ochenta y hasta mitad de los noventa, la principal fuente de iluminación utilizada ha sido la lámpara halógena, la cual ha sufrido una escasa evolución cualitativa durante este periodo, ya que los principales esfuerzos científicos se encaminaban hacia la mejora de la polimerización mediante el desarrollo y evolución, sobre la propia composición química de los materiales fotocurables <sup>(1)</sup>.

## 7. LÁMPARAS HALÓGENAS:

En el interior de su ampolla de vidrio existe una atmósfera gaseosa de halógeno (grupo VII de la tabla periódica) cuya función es evitar que el filamento incandescente se queme <sup>(6)</sup>.

Generan una luz blanca intensa que es filtrada mediante la interposición de un filtro óptico que permite obtener una luz azul que incluye únicamente el rango de longitud de onda eficiente para la fotoactivación de las canforoquinonas y elimine en lo posible, la emisión de fotones de longitud de onda "no útil" para la activación del citado fotoiniciador, que además podrían provocar sobrecalentamiento del diente durante la polimerización <sup>(9)</sup>.



Fig 1: Bombilla halógena y filtro óptico para luz azul.

El espectro de emisión de estas lámparas es de 360-500 nm, con pico energético en los 460 nm.

## 8. HALÓGENAS CONVENCIONALES:

Densidad de potencia (potencia lumínica por unidad de superficie) de 350-700 mW/cm<sup>2</sup>.



Fig 2: Ejemplo de halógena convencional - Spectrum 201 RE (Dentsply)

El gran brillo o intensa luminosidad que emiten estos equipos no siempre es sinónimo de correcta potencia; en muchas ocasiones no curan adecuadamente, el profesional no lo advierte y la restauración y el diente sufren problemas. La única forma que existe para saber si la lámpara posee una adecuada potencia de curado, consiste en someterla a pruebas mediante un radiómetro <sup>(9)</sup>.

Algunas unidades disponen de un radiómetro propio ubicado en su cuerpo para efectuar dichas pruebas. Como existen lámparas mas potentes que otras, para asegurar el correcto curado, se aconseja pequeños incrementos del material, mantener la punta de la lámpara lo más próximo posible al diente, disponer de bulbos o focos en promedio de tiempo de vida y filtros debidamente limpios <sup>(9)</sup>.

### 8.1 EQUIPOS EN FORMA DE PISTOLA.

Estas lámparas poseen muchos de sus componentes electrónicos, tales como el bulbo, ventilador, gatillo y boca para los insertos, en un dispositivo en forma de pistola.

Se deberá contemplar que tengan un peso razonable y que no se recalienten demasiado luego de utilizarlas entre uno y dos minutos, lo que las tornara incómodas. Algunas marcas diseñan pistolas con mayor potencia de curado y ventiladores mas grandes que suelen ser ruidosos. Hay dispositivos electrónicos que apagan la luz cuando la lámpara se halla muy caliente en espera de su enfriamiento tras accionar automáticamente el ventilador <sup>(1,9)</sup>.

### **8.1.1 PUNTAS E INSERTOS.**

Es recomendable que se disponga de tres insertos (fibras ópticas) de diferentes tamaños con los que se puedan solucionar la totalidad de los casos.

Los de 2 a 3 mm de diámetro permiten manipular carillas, incrustaciones, onlays y coronas. Los de 8mm son los más comunes y sirven para odontología en general en el sector anterior y a nivel de los premolares. Es preciso mantenerlos bien limpios y libres de adherencias que interfieran en el curado de la lámpara, y evitar producirles ralladuras cuando se los limpia <sup>(1)</sup>.

## **OBJETIVO GENERAL**

Medir en forma comparativa, la temperatura que producen las cuatro diferentes lámparas de luz halógena cuarzo tungsteno (Qz, Tg.) utilizando las mismas intensidades, tiempos de exposición y grosores de esmalte y dentina.

## **OBJETIVOS ESPECIFICOS:**

- Determinar si la temperatura producida por la luz de la lámpara de halógeno cuarzo tungsteno (QHT) sufre alguna variación al atravesar distintos grosores de esmalte.
- Determinar si la temperatura producida por la luz de la lámpara de halógeno cuarzo tungsteno (QHT) sufre alguna variación al atravesar distintos grosores de dentina.
- Comparar si los registros de temperatura sufren alguna variación al utilizar cada una de los cuatro distintos tipos lámparas de fotocurado.
- Determinar si al aumentar la intensidad de la luz de las lámparas de luz halógena cuarzo tungsteno (QHT) aumenta la temperatura registrada por el termómetro digital.
- Determinar si hay variaciones en la temperatura a distintos tiempos de exposición de la luz de lámparas de fotocurado (20, 40 y 60 segundos).

## **HIPÓTESIS**

La temperatura producida por las cuatro distintas lámparas de luz halógeno cuarzo tungsteno (QHT) a estudiar, aumenta a mayor intensidad de luz, tiempo de exposición y a menor grosor de barreras de esmalte y dentina.

## **VARIABLES:**

### **INDEPENDIENTES:**

- Marca comercial de las Lámparas de luz halógena
- Intensidad de la Luz
- Tiempo de exposición
- Grosor de las muestras de esmalte y dentina

### **DEPENDIENTES:**

- Temperatura

## **DEFINICION DE VARIABLES**

### **INDEPENDIENTES**

- Marca comercial de las Lámparas de luz halógena: Elipar Triligth ESPE<sup>®</sup>, Spectrum 800 de Dentsply<sup>®</sup>, XL 2500 de 3M<sup>®</sup>, Coltolux 50 Coltene<sup>®</sup>
- Intensidad de Luz: Grado de energía o fuerza del haz de Luz.
- Tiempo de Exposición: Es el rango de tiempo en que cada una de las muestras de esmalte y dentina estuvo en contacto con el haz de luz de las lámparas.
- Grosor de las muestras de esmalte y dentina: Cortes de 1, 2, 3, milímetros.

### **DEPENDIENTES:**

- Temperatura: Magnitud física que mide la sensación subjetiva de calor o frío de los cuerpos o del ambiente.

---

<sup>1</sup> Elipar Triligth ESPE<sup>®</sup> Marca Registrada Propiedad de 3M/ESPE.

<sup>2</sup> Spectrum 800 Marca Registrada Propiedad de Dentsply<sup>®</sup>.

<sup>3</sup> XL 2500 Marca Registrada Propiedad de 3M<sup>®</sup>.

<sup>4</sup> Coltolux 50 Marca Registrada Propiedad de Coltene<sup>®</sup>.



## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo de campo se realizó en la clínica del Doctor Herman Horacio Mendía Alarcón, bajo su supervisión.

### **Material de la investigación:**

- 24 piezas dentales.
- 4 lámparas de luz halógena
- Termómetro digital.
- Calibrador digital

### **1. Población y Muestra**

Se trabajó con una muestra de 24 piezas dentales, anteriores y posteriores, superiores e inferiores.

### **2. Criterios de Selección**

Criterios de Inclusión:

Piezas recién extraídas

Piezas sin caries

Piezas con corona clínica completa.

Criterios de exclusión:

Piezas con caries

Piezas con fracturas o con la corona clínica incompleta.

### **3. Procedimiento**

Para dicho estudio se usaron cuatro distintas marcas de lámparas de luz halógena (Elipar Triligth ESPE® con una intensidad de 200 a 800mW x cm<sup>2</sup>, Spectrum 800 Dentsply® de 300 a 800mW x cm<sup>2</sup>, XL 2500 de 3M® 650mW x cm<sup>2</sup>, Coltolux 50 Coltene® 450mW x cm<sup>2</sup>).

#### **Paso #1**

Se midió la temperatura que producen las lámparas utilizando un termómetro digital en la punta activa de la fibra óptica de cada lámpara utilizando foco nuevo, filtro nuevo y fibra óptica completamente limpia para cada una de las cuatro lámparas. Se Anotó la temperatura de cada una de ellas, como temperatura inicial. Utilizando las distintas intensidades (400, 600 y 800 mW. cm<sup>2</sup>), y los distintos tiempos de curado (20, 40 y 60 seg.) dicha medición se realizó en una habitación iluminada con luz natural, para así evitar cualquier alteración que una lámpara de iluminación, pueda causar en la toma inicial de temperatura.

Cada una de las lámparas fue colocada sobre una base firme, de forma que tuviera estabilidad y que la punta activa quedara apuntando hacia arriba. Esto con la finalidad de que luz no entrara en contacto con ninguna otra superficie.

#### **Paso #2**

Se seleccionaron 24 piezas dentales: doce piezas secas y doce piezas inmersas en suero fisiológico; de las cuales doce eran molares superiores e inferiores (seis secas y seis inmersas en suero fisiológico) y doce dientes anteriores (seis secos y seis inmersas en suero fisiológico). Una de las características importantes de estas piezas dentales, era no tener ninguna alteración en su estructura ya fuera por caries o por tener restauraciones previas si no que eran piezas sanas para garantizar la integridad de las estructuras que fueran utilizadas como barreras o como filtros de calor, al ser atravesadas por el haz de luz (QHT).

#### **Paso #3**

Ya debidamente seleccionadas las 24 piezas dentales se procedió a hacerles cortes. Para obtener las muestras de esmalte y dentina a grosores de 1, 2 y 3 mm. A las molares se les hicieron cortes oclusales de 1, 2 y 3mm y cortes sagitales de 1, 2 y 3mm comenzando por bucal; a las piezas anteriores se les hicieron cortes incisales de 1, 2 y 3mm y cortes proximales de 1, 2 y 3mm.

Las muestras fueron cortadas con piedras y discos de diamante, utilizando abundante refrigeración, para tratar hasta dónde fuera posible de no alterar su composición y no deshidratarlas especialmente a las piezas que no fueron inmersas en suero fisiológico. Luego fueron medidas con un calibrador digital, para lograr mayor exactitud y regularidad en especial sobre la superficie que fue cortada, pues la finalidad fue obtener muestras de grosores exactos, para obtener resultados reales. A cada corte le fue colocado un aditamento para sostener la muestra de forma segura al momento de la medición. El aditamento se construyó usando el mango de unos “micro brush” para aplicar bonding, a los cuales se les cortó la punta activa quedando un mango de 10 centímetros el cuál fue soldado a cada muestra con una gota de resina flow quedando el mango con una angulación aproximada de 30 grados. Luego cada una de las lámparas que se estudió, fue colocada sobre un pedestal al momento de ser medidas quedando firme el pedestal sobre una mesa y con la fibra óptica apuntando hacia arriba comenzando las mediciones con la Coltolux 50®, luego con la XL 2,500 de 3M®, la Triligth Elipar ESPE® y la Spectrum 800® respectivamente, a las cuales luego de tomar registros de temperatura iniciales ya descritos anteriormente se procedió a colocar los cortes dentarios en el siguiente orden para cada una de las lámparas: incisales secos y húmedos de 1, 2 y 3 mm, proximales anteriores secos y húmedos de 1, 2 y 3 mm, oclusales secos y húmedos de 1,2 y 3 mm y proximales posteriores secos y húmedos de 1, 2 y 3mm. Para cada grosor de cada uno de los diferentes cortes se comenzó a 400 mW y a 20, 40 y 60 seg. Luego 600 mW a 20, 40 y 60 seg., terminando a 800 mW a 20, 40 y 60 seg.

Se anotó cada uno de los registros de temperatura, en un cuadro previamente diseñado para este fin (Ver anexo).

#### **4. Tabulación de Resultados**

Se procedió a ordenar y tabular los datos, para presentarlos en este informe final. Usando cuadros de tabulación simple como método estadístico.

## RESULTADOS

En relación con los resultados obtenidos, la temperatura promedio a  $400 \text{ mW} \times \text{cm}^2$  y 20 segundos fue de 35.66 grados centígrados. A 40 segundos fue de 37.6 grados centígrados, a 60 segundos fue de 40.21 grados centígrados. La temperatura promedio a  $600 \text{ mW} \times \text{cm}^2$  y 20 segundos fue de 38.01 grados centígrados. A 40 segundos fue de 42.36 grados centígrados y a 60 seg. fue de 43.84 grados centígrados. La temperatura promedio a  $800 \text{ mW} \times \text{cm}^2$  y 20 seg. de tiempo fue de 41.61 grados centígrados. A 40 segundos fue de 44.07 grados centígrados y a 60 segundos fue de 46.71 grados centígrados (Ver cuadro No. 1).

Las temperaturas fueron tomadas, usando como barrera cortes secos y húmedos de 1 mm. de grosor, usando una intensidad de  $400 \text{ mW} \times \text{cm}^2$  y distintos tiempos de exposición, notándose que a tiempos de 20 seg., las lámparas 3M, Triligth y Spectrum 800 no activaron el termómetro en las muestras secas y húmedas (Ver cuadro No. 2).

Las temperaturas más altas las registra la Coltolux 50 y la XL 2,500 de 3M, no habiendo una diferencia significativa entre los registros de muestras secas y húmedas. (Ver cuadro No. 3)

Las temperaturas registradas a esta intensidad, muestran temperaturas superiores a los 41 grados centígrados en las lámparas Coltolux, Triligth y 3M, manteniéndose los registros más bajos en la Spectrum 800 (Ver cuadro No. 4).

Las lámparas 3M, Triligth y Spectrum 800 no activaron el termómetro a 20 seg. de exposición. Las temperaturas más altas se registraron en la lámpara 3M a 60 segundos de exposición usando muestras secas (Ver cuadro No.5).

Las temperaturas más altas se registraron en la lámpara Coltolux 50, 3M, Triligth y Spectrum 800 respectivamente, sobrepasando la primera los 40 grados en cortes los cortes secos y húmedos (Ver cuadro No.6).

Las temperaturas más altas se registraron en la coltolux 50 en muestras húmedas (43.38 grados centígrados) después en la Spectrum 800, 3M y Triligth respectivamente a 60 seg. de exposición (Ver cuadro No.7).

El termómetro se activó únicamente a tiempos de exposición de 60 seg., alcanzando la temperatura mas alta la Coltolux 50, usando como barrera muestra húmeda, luego la 3M, la Triligth y la Spectrum 800 respectivamente (Ver cuadro No.8).

Las temperaturas más altas se registraron en la lámpara de 3M, Coltolux 50, Triligth y spectrum respectivamente, alcanzando temperaturas mas altas en las muestras secas (Ver cuadro No. 9).

Las temperaturas más altas se registraron en la Lámpara coltolux 50, 3M, Triligth y Spectrum respectivamente, manteniéndose ligeramente más altos los registros de temperatura de las muestras secas comparadas con las húmedas (Ver cuadro No.10).

El termómetro no se activó a 20 seg., de exposición para las lámparas 3M, Triligth y Spectrum, registrándose la temperatura más alta en la lámpara Coltolux 50 a 60 seg., de exposición y con la muestra seca como barrera (Ver cuadro No. 11).

La temperatura más alta la registró la lámpara de 3M, en la barrera seca a un tiempo de 60 seg. siguiendo la Coltolux 50, la Triligth y la Spectrum 800 respectivamente (Ver cuadro No. 12).

La temperatura más alta se registró en la Triligth Elipar Espe a 60 seg. de exposición, y con la barrera seca seguida de la 3M, Coltolux y Spectrum 800 respectivamente (Ver cuadro No. 13).

Ninguna de las cuatro lámparas activó el termómetro a tiempos de exposición de 20 seg, registrándose la temperatura más alta en la lámpara Coltolux 50 a 60 seg., usando como barrera una muestra húmeda (Ver cuadro No.14).

La temperatura máxima se registró en la Lámpara Triligth Elipar, con tiempo de exposición de 60 seg. y con una muestra húmeda como barrera, seguida por la de 3M, Spectrum y Coltolux 50 respectivamente (Ver cuadro No.15).

La temperatura más alta se registró en la Lámpara Triligth Elipar Espe a 60 seg. de exposición y usando como barrera una muestra húmeda, seguida de la Spectrum 800, 3M y Coltolux 50 respectivamente (Ver cuadro No.16).

Ninguna de las lámparas activó el termómetro a 20 seg. de exposición. La lámpara Coltolux fue la única que activó el termómetro a 40 seg. de exposición La temperatura más alta la registro la lámpara Coltolux 50 a 60 seg. y usando como barrera una muestra húmeda (Ver cuadro No.17).

La temperatura más alta la registró la lámpara 3M a 60 seg. con una muestra seca como barrera (Ver cuadro No. 18).

La temperatura más alta la registró la Coltolux 50 seguido de la 3M, Spectrum 800 y Triligth respectivamente (Ver cuadro No. 19).

Solo la Coltolux 50 activo el termómetro a 20 seg. de exposición, registrando ésta la temperatura más alta (Ver cuadro No.20).

La temperatura más alta la registró la Lámpara de 3M seguida por la Triligth Elipar, Coltolux y Spectrum 800 respectivamente (Ver cuadro No.21).

La temperatura más alta se registró en la Lámpara de 3M seguida de la Triligth Elipar, Coltolux 50 y Spectrum 800 respectivamente (Ver cuadro No.22).

El termómetro no fue activado por las lámparas a 20 seg. de exposición, registrando la temperatura mas alta la lámpara de 3M a 60 seg. y con un corte seco como barrera, seguido por la Coltolux 50, Triligth y Spectrum 800 respectivamente (Ver cuadro No.23).

La temperatura más alta la registró la lámpara de 3M, a 60 seg. y con una muestra seca como barrera seguida de la Coltolux 50, Triligth y Spectrum 800 respectivamente (Ver cuadro No.24).

La temperatura más alta la registró la Lámpara de 3M seguida por la Coltolux 50, Triligth Elipar y Spectrum 800 respectivamente (Ver cuadro No.25).

Las lámparas no activaron el termómetro a 20 seg. de exposición, a 40 seg. solo la Coltolux 50 activó el termómetro, registrando ésta la temperatura más alta (Ver cuadro No.26).

La temperatura más alta la registró la lámpara Coltolux 50 seguida por la XL 2,500, Spectrum 800 y Triligth Elipar respectivamente (Ver cuadro No.27).

La temperatura más alta la registró la lámpara Coltolux 50, XL 2,500 de 3M, Spectrum 800 y Triligth Elipar respectivamente (Ver cuadro No.28).

Las lámparas no activaron el termómetro a 20 seg. de exposición en muestras secas y húmedas, registrando las temperatura más alta la lámpara Coltolux 50, Spectrum 800 , 3M y Triligth Elipar de Espe, respectivamente (Ver cuadro No.29).

La temperatura más alta la registró la Lámpara de 3M, Triligth Elipar, Coltolux 50 y Spectrum 800 respectivamente (Ver cuadro No.30).

La temperatura más alta la registró la lámpara 3M, Coltolux 50 y Triligth con la misma temperatura máxima y la Spectrum 800 respectivamente (Ver cuadro No.31).

La temperatura más alta la registró la Lámpara XL 2,500 de 3M, seguida de la Spectrum 800, Triligth y Coltolux 50 respectivamente (Ver cuadro No.32).

La temperatura más alta la registró la Lámpara de 3M, Triligth Elipar, Spectrum 800 y Coltolux 50 respectivamente (Ver cuadro No.33).

La temperatura más alta la registró la Lámpara de 3M, Triligth Elipar, Spectrum 800 y Coltolux 50 respectivamente (Ver cuadro No.34).

Las lámparas no activaron el termómetro a 20 y 40 seg. de exposición, registrando la temperatura mas alta la Lámpara de 3M, Spectrum 800, Triligth Elipar y Coltolux 50 Respectivamente (Ver cuadro No.35).

La temperatura más alta la registró la XL 2,500 de 3M, Triligth Elipar, Coltolux 50 y Spectrum 800 respectivamente (Ver cuadro No.36).

La temperatura más alta la registró la lámpara de 3M, Triligth Elipar, Spectrum 800 y coltolux 50 respectivamente (Ver cuadro No.37).

### Cuadro No. 1

Medición de la temperatura producida por las cuatro lámparas de luz Halógena Qz, Tg, tomadas sin usar barreras de esmalte y dentina, a tres distintas intensidades (400,600 y 800 mW. x cm<sup>2</sup>) y a tres distintos tiempos de exposición (20,40 y 60 seg.).

	400mW x cm <sup>2</sup> 20 seg	400mW x cm <sup>2</sup> 40 seg	400mW x cm <sup>2</sup> 60 seg	600mW x cm <sup>2</sup> 20 seg	600mW x cm <sup>2</sup> 40 seg	600mW x cm <sup>2</sup> 60 seg	800mW x cm <sup>2</sup> 20 seg	800mW x cm <sup>2</sup> 40 seg	800mW x cm <sup>2</sup> 60 seg
Coltolux 50 <sup>®</sup>	36,50	37,33	40,60	37,83	42,22	43,83	41,61	43,94	46,83
XL 2500 3M <sup>®</sup>	36,77	38,44	40,00	38,61	42,77	44,05	42,33	43,94	47,22
Triligh Elipar Espe <sup>®</sup>	36,10	37,40	41,20	38,20	42,70	44,00	41,20	44,70	46,70
Spectrum 800 <sup>®</sup>	33,30	37,27	39,05	37,40	41,88	43,50	41,33	43,72	46,11

Fuente: Trabajo de campo

### Cuadro No. 2

Medición de la temperatura producida por las cuatro lámparas de luz halógena Qz, Tg, usando como barrera cortes incisales de piezas anteriores (secos y húmedos) de 1 mm. de grosor, a una intensidad de 400 mW. x cm<sup>2</sup>, a diferentes tiempos de exposición.

	400mW x cm <sup>2</sup> 20 seg SECO	400mW x cm <sup>2</sup> 40 seg SECO	400mW x cm <sup>2</sup> 60 seg SECO	400mW x cm <sup>2</sup> 20 seg HUMEDO	400mW x cm <sup>2</sup> 40 seg HUMEDO	400mW x cm <sup>2</sup> 60 seg HUMEDO
Coltolux 50 <sup>®</sup>	34,43	36,22	37,50	34,50	35,70	37,50
XL 2500 3M <sup>®</sup>	0,00	33,94	36,22	0,00	33,83	36,00
Triligh Elipar Espe <sup>®</sup>	0,00	32,90	34,30	0,00	32,70	33,80
Spectrum 800 <sup>®</sup>	0,00	34,60	35,30	0,00	33,60	35,00

Fuente: Trabajo de campo

### Cuadro No. 3

Medición de la temperatura producida por las cuatro lámparas de luz Halógena Qz, Tg, usando como barrera cortes incisales de esmalte y dentina (secas y húmedas) de 1mm usando una intensidad de 600 mW x cm<sup>2</sup> con tiempos de exposición de 20,40 y 60 seg.

	600mW x cm <sup>2</sup> 20 seg SECO	600mW x cm <sup>2</sup> 40 seg SECO	600mW x cm <sup>2</sup> 60 seg SECO	600mW x cm <sup>2</sup> 20 seg HUMEDO	600mW x cm <sup>2</sup> 40 seg HUMEDO	600mW x cm <sup>2</sup> 60 seg HUMEDO
Coltolux 50 <sup>®</sup>	35,94	38,05	40,11	35,70	37,72	40,00
XL 2500 3M <sup>®</sup>	36,61	37,83	40,11	36,22	37,66	39,88
Triligth Elipar Espe <sup>®</sup>	35,50	38,30	39,60	35,1	37,90	39,30
Spectrum 800 <sup>®</sup>	35,10	36,70	39,20	35	36,50	39,00

Fuente: Trabajo de campo

### Cuadro No. 4

Medición de la temperatura producida por las cuatro lámparas de luz Halógena Qz, tg usando como barrera cortes incisales de esmalte y dentina (secas y húmedas) de 1mm y una intensidad de 800 mW x cm<sup>2</sup> con tiempos de exposición de 20,40 y 60 seg.

	800mW x cm <sup>2</sup> 20 seg SECO	800mW x cm <sup>2</sup> 40 seg SECO	800mW x cm <sup>2</sup> 60 seg SECO	800mW x cm <sup>2</sup> 20 seg HUMEDO	800mW x cm <sup>2</sup> 40 seg HUMEDO	800mW x cm <sup>2</sup> 60 seg HUMEDO
Coltolux 50 <sup>®</sup>	36,70	39,94	41,50	36,50	39,40	41,10
XL 2500 3M <sup>®</sup>	38,05	39,38	41,72	37,88	39,05	41,16
Triligth Elipar Espe <sup>®</sup>	37,20	40,10	41,60	36,7	39,70	40,90
Spectrum 800 <sup>®</sup>	36,90	38,50	39,80	36,7	37,33	39,60

Fuente: Trabajo de campo.



### Cuadro No. 5

Medición de la temperatura producida por las cuatro lámparas de luz halógena Qz,tg usando como barrera, cortes incisales de esmalte y dentina (secas y húmedas) de 2mm de grosor y una intensidad de 400 mW x cm<sup>2</sup> a tiempos de exposición de 20,40 y 60 seg.

	400mW x cm <sup>2</sup> 20 seg SECO	400mW x cm <sup>2</sup> 40 seg SECO	400mW x cm <sup>2</sup> 60 seg SECO	400mW x cm <sup>2</sup> 20 seg HUMEDO	400mW x cm <sup>2</sup> 40 seg HUMEDO	400mW x cm <sup>2</sup> 60 seg HUMEDO
Coltolux 50 <sup>®</sup>	32,05	33,90	34,80	31,70	33,61	34,60
XL 2500 3M <sup>®</sup>	0,00	32,72	35,66	0,00	32,77	35,16
Triligh Elipar Espe <sup>®</sup>	0,00	31,10	33,60	0,00	30,90	33,00
Spectrum 800 <sup>®</sup>	0,00	33,30	36,00	0,00	33,00	34,70

Fuente: Trabajo de campo

### Cuadro No. 6

Medición de la temperatura producida por las cuatro lámparas de luz Halógena Qz, Tg, usando como barrera cortes incisales de esmalte y dentina (secas y húmedas) de 2mm de grosor, a una intensidad de 600 mW x cm<sup>2</sup> y tiempos de exposición de 20,40 y 60 seg.

	600mW x cm <sup>2</sup> 20 seg SECO	600mW x cm <sup>2</sup> 40 seg SECO	600mW x cm <sup>2</sup> 60 seg SECO	600mW x cm <sup>2</sup> 20 seg HUMEDO	600mW x cm <sup>2</sup> 40 seg HUMEDO	600mW x cm <sup>2</sup> 60 seg HUMEDO
Coltolux 50 <sup>®</sup>	35,11	37,70	40,50	35,30	38,06	40,90
XL 2500 3M <sup>®</sup>	35,22	37,66	39,05	34,88	37,33	38,83
Triligh Elipar Espe <sup>®</sup>	34,10	37,60	38,10	34	37,20	38,40
Spectrum 800 <sup>®</sup>	34,70	37,50	40,10	34,9	38,00	40,40

Fuente: Trabajo de campo

### Cuadro No. 7

Medición de la temperatura producida por las cuatro lámparas de luz Halógena Qz, Tg, usando como barrera cortes incisales de esmalte y dentina (secas y húmedas) de 2mm de grosor a una intensidad de 800 mW x cm<sup>2</sup> y tiempos de exposición de 20,40 y 60 seg.

	800mW x cm <sup>2</sup> 20 seg SECO	800mW x cm <sup>2</sup> 40 seg SECO	800mW x cm <sup>2</sup> 60 seg SECO	800mW x cm <sup>2</sup> 20 seg HUMEDO	800mW x cm <sup>2</sup> 40 seg HUMEDO	800mW x cm <sup>2</sup> 60 seg HUMEDO
Coltolux 50 <sup>®</sup>	35,60	39,40	42,70	36,50	39,70	43,38
XL 2500 3M <sup>®</sup>	36,22	39,72	40,55	36,11	39,50	40,33
Triligth Elipar Espe <sup>®</sup>	35,60	38,20	39,30	35,4	37,70	38,80
Spectrum 800 <sup>®</sup>	35,10	38,40	41,10	36	39,30	42,20

Fuente: Trabajo de campo

### Cuadro No. 8

Medición de la temperatura producida por las cuatro lámparas de luz halógena Qz, Tg, usando como barrera cortes incisales de esmalte y dentina (secas y húmedas) de 3mm de grosor a 400 mW x cm<sup>2</sup> de intensidad y tiempos de exposición de 20,40 y 60 seg.

	400mW x cm <sup>2</sup> 20 seg SECO	400mW x cm <sup>2</sup> 40 seg SECO	400mW x cm <sup>2</sup> 60 seg SECO	400mW x cm <sup>2</sup> 20 seg HUMEDO	400mW x cm <sup>2</sup> 40 seg HUMEDO	400mW x cm <sup>2</sup> 60 seg HUMEDO
Coltolux 50 <sup>®</sup>	0,00	0,00	34,30	0,00	0,00	35,20
XL 2500 3M <sup>®</sup>	0,00	0,00	34,38	0,00	0,00	34,00
Triligth Elipar Espe <sup>®</sup>	0,00	0,00	33,10	0,00	0,00	32,60
Spectrum 800 <sup>®</sup>	0,00	0,00	32,90	0,00	0,00	32,50

Fuente: trabajo de campo

### Cuadro No. 9

Medición de la temperatura producida por las cuatro lámparas de luz halógena Qz, Tg, usando como barrera cortes de esmalte y dentina (secas y húmedas) de 3mm de grosor a una intensidad de 600 mW x cm<sup>2</sup> y tiempos de exposición de 20,40 y 60 seg.

	600mW x cm <sup>2</sup> 20 seg SECO	600mW x cm <sup>2</sup> 40 seg SECO	600mW x cm <sup>2</sup> 60 seg SECO	600mW x cm <sup>2</sup> 20 seg HUMEDO	600mW x cm <sup>2</sup> 40 seg HUMEDO	600mW x cm <sup>2</sup> 60 seg HUMEDO
Coltolux 50 <sup>®</sup>	34,16	35,70	37,70	34,70	35,50	37,20
XL 2500 3M <sup>®</sup>	34,55	35,66	38,22	33,94	35,44	38,05
Triligh Elipar Espe <sup>®</sup>	33,80	34,90	37,60	33,6	35,60	38,00
Spectrum 800 <sup>®</sup>	33,60	35,10	37,30	33,4	35,60	37,70

Fuente: trabajo de campo

### Cuadro No. 10

Medición de la temperatura producida por las cuatro lámparas de luz halógena Qz, Tg, usando como barrera cortes de esmalte y dentina (secas y húmedas) de 3mm de grosor a una intensidad de 800mW x cm<sup>2</sup> y tiempos de exposición de 20,40 y 60 seg.

	800mW x cm <sup>2</sup> 20 seg SECO	800mW x cm <sup>2</sup> 40 seg SECO	800mW x cm <sup>2</sup> 60 seg SECO	800mW x cm <sup>2</sup> 20 seg HUMEDO	800mW x cm <sup>2</sup> 40 seg HUMEDO	800mW x cm <sup>2</sup> 60 seg HUMEDO
Coltolux 50 <sup>®</sup>	35,70	37,10	39,40	35,50	36,60	39,10
XL 2500 3M <sup>®</sup>	35,50	36,88	38,94	35,11	36,22	38,61
Triligh Elipar Espe <sup>®</sup>	34,50	36,70	38,40	34,3	36,50	38,00
Spectrum 800 <sup>®</sup>	34,20	36,30	38,30	34,4	36,30	38,00

Fuente: Trabajo de campo

### Cuadro No. 11

Medición de la temperatura producida por las cuatro lámparas de luz halógena Qz, Tg, usando como barrera cortes proximales de piezas anteriores de esmalte y dentina (secas y húmedas) de 1mm de grosor a una intensidad de  $400\text{mW} \times \text{cm}^2$  y tiempos de exposición de 20,40 y 60 seg.

	400mW x cm <sup>2</sup> 20 seg SECO	400mW x cm <sup>2</sup> 40 seg SECO	400mW x cm <sup>2</sup> 60 seg SECO	400mW x cm <sup>2</sup> 20 seg HUMEDO	400mW x cm <sup>2</sup> 40 seg HUMEDO	400mW x cm <sup>2</sup> 60 seg HUMEDO
Coltolux 50 <sup>®</sup>	36,05	38,20	39,30	35,70	37,03	38,90
XL 2500 3M <sup>®</sup>	0,00	34,55	36,72	0,00	35,00	36,33
Triligh Elipar Espe <sup>®</sup>	0,00	36,70	39,30	0,00	36,40	37,70
Spectrum 800 <sup>®</sup>	0,00	34,10	36,10	0,00	33,80	35,60

Fuente: Trabajo de campo

### Cuadro No. 12

Medición de la temperatura producida por las cuatro lámparas de luz halógena Qz, Tg, usando como barrera cortes proximales de piezas anteriores de esmalte y dentina (secas y húmedas) de 1mm de grosor a una intensidad de  $600\text{mW} \times \text{cm}^2$  y tiempos de exposición de 20,40 y 60 seg.

	600mW x cm <sup>2</sup> 20 seg SECO	600mW x cm <sup>2</sup> 40 seg SECO	600mW x cm <sup>2</sup> 60 seg SECO	600mW x cm <sup>2</sup> 20 seg HUMEDO	600mW x cm <sup>2</sup> 40 seg HUMEDO	600mW x cm <sup>2</sup> 60 seg HUMEDO
Coltolux 50 <sup>®</sup>	37,10	38,40	40,27	36,90	38,30	40,00
XL 2500 3M <sup>®</sup>	37,16	38,16	40,72	36,72	37,77	40,05
Triligh Elipar Espe <sup>®</sup>	35,00	38,10	40,00	34,91	37,80	39,70
Spectrum 800 <sup>®</sup>	35,60	36,30	39,60	35,11	37,30	39,40

Fuente: Trabajo de campo

### Cuadro No. 13

Medición de la temperatura producida por las cuatro lámparas de luz halógena Qz, Tg, usando como barrera cortes proximales de piezas anteriores de esmalte y dentina (secas y húmedas) de 1mm de grosor a una intensidad de  $800\text{mW} \times \text{cm}^2$  y tiempos de exposición de 20,40 y 60 seg.

	800mW x cm <sup>2</sup> 20 seg SECO	800mW x cm <sup>2</sup> 40 seg SECO	800mW x cm <sup>2</sup> 60 seg SECO	800mW x cm <sup>2</sup> 20 seg HUMEDO	800mW x cm <sup>2</sup> 40 seg HUMEDO	800mW x cm <sup>2</sup> 60 seg HUMEDO
Coltolux 50 <sup>®</sup>	37,80	39,40	41,60	37,30	39,10	41,50
XL 2500 3M <sup>®</sup>	37,83	39,05	41,88	37,72	38,77	41,66
Triligth Elipar Espe <sup>®</sup>	36,80	40,60	42,10	36,51	40,30	41,60
Spectrum 800 <sup>®</sup>	37,20	38,90	40,20	36,70	39,40	40,00

Fuente: Trabajo de campo

### Cuadro No. 14

Medición de la temperatura producida por las cuatro lámparas de luz halógena Qz, Tg, usando como barrera cortes proximales de piezas anteriores de esmalte y dentina (secas y húmedas) de 2mm de grosor a una intensidad de  $400\text{mW} \times \text{cm}^2$  y tiempos de exposición de 20,40 y 60 seg.

	400mW x cm <sup>2</sup> 20 seg SECO	400mW x cm <sup>2</sup> 40 seg SECO	400mW x cm <sup>2</sup> 60 seg SECO	400mW x cm <sup>2</sup> 20 seg HUMEDO	400mW x cm <sup>2</sup> 40 seg HUMEDO	400mW x cm <sup>2</sup> 60 seg HUMEDO
Coltolux 50 <sup>®</sup>	0,00	35,60	36,60	0,00	35,20	38,50
XL 2500 3M <sup>®</sup>	0,00	33,77	35,22	0,00	33,50	35,11
Triligth Elipar Espe <sup>®</sup>	0,00	32,30	34,30	0,00	31,80	35,10
Spectrum 800 <sup>®</sup>	0,00	33,00	35,00	0,00	32,80	34,70

Fuente: Trabajo de campo

**Cuadro No. 15**

Medición de la temperatura producida por las cuatro lámparas de luz halógena Qz, Tg, usando como barrera cortes proximales de piezas anteriores de esmalte y dentina (secas y húmedas) de 2mm de grosor a una intensidad de  $600\text{mW} \times \text{cm}^2$  y tiempos de exposición de 20,40 y 60 seg.

	600mW x cm <sup>2</sup> 20 seg SECO	600mW x cm <sup>2</sup> 40 seg SECO	600mW x cm <sup>2</sup> 60 seg SECO	600mW x cm <sup>2</sup> 20 seg HUMEDO	600mW x cm <sup>2</sup> 40 seg HUMEDO	600mW x cm <sup>2</sup> 60 seg HUMEDO
Coltolux 50 <sup>®</sup>	35,50	35,60	37,60	35,20	36,30	37,70
XL 2500 3M <sup>®</sup>	35,50	36,83	39,66	34,51	36,50	39,38
Trilighth Elipar Espe <sup>®</sup>	34,40	37,50	39,90	34,21	37,90	40,50
Spectrum 800 <sup>®</sup>	34,50	35,70	38,40	34,31	35,38	38,20

Fuente: Trabajo de campo

**Cuadro No. 16**

Medición de la temperatura producida por las cuatro lámparas de luz halógena Qz, Tg, usando como barrera cortes proximales de piezas anteriores de esmalte y dentina (secas y húmedas) de 2mm de grosor a una intensidad de  $800\text{mW} \times \text{cm}^2$  y tiempos de exposición de 20,40 y 60 seg.

	800mW x cm <sup>2</sup> 20 seg SECO	800mW x cm <sup>2</sup> 40 seg SECO	800mW x cm <sup>2</sup> 60 seg SECO	800mW x cm <sup>2</sup> 20 seg HUMEDO	800mW x cm <sup>2</sup> 40 seg HUMEDO	800mW x cm <sup>2</sup> 60 seg HUMEDO
Coltolux 50 <sup>®</sup>	36,70	37,80	39,90	36,60	37,70	39,50
XL 2500 3M <sup>®</sup>	37,05	38,38	40,66	36,72	38,00	40,16
Trilighth Elipar Espe <sup>®</sup>	35,60	38,50	41,60	35,31	39,05	42,30
Spectrum 800 <sup>®</sup>	35,50	37,20	41,16	35,01	37,05	40,90

Fuente: trabajo de Campo

### Cuadro No. 17

Medición de la temperatura producida por las cuatro lámparas de luz halógena Qz, Tg, usando como barrera cortes proximales de piezas anteriores de esmalte y dentina (secas y húmedas) de 3mm de grosor a una intensidad de  $400\text{mW} \times \text{cm}^2$  y tiempos de exposición de 20,40 y 60 seg.

	400mW x cm <sup>2</sup> 20 seg SECO	400mW x cm <sup>2</sup> 40 seg SECO	400mW x cm <sup>2</sup> 60 seg SECO	400mW x cm <sup>2</sup> 20 seg HUMEDO	400mW x cm <sup>2</sup> 40 seg HUMEDO	400mW x cm <sup>2</sup> 60 seg HUMEDO
Coltolux 50 <sup>®</sup>	0,00	34,50	36,40	0,00	34,10	36,10
XL 2500 3M <sup>®</sup>	0,00	0,00	34,50	0,00	0,00	34,16
Triligth Elipar Espe <sup>®</sup>	0,00	0,00	32,70	0,00	0,00	33,30
Spectrum 800 <sup>®</sup>	0,00	0,00	33,50	0,00	0,00	32,90

Fuente: Trabajo de campo

### Cuadro No. 18

Medición de la temperatura producida por las cuatro lámparas de luz halógena Qz, Tg, usando como barrera cortes proximales de piezas anteriores de esmalte y dentina (secas y húmedas) de 3mm de grosor a una intensidad de  $600\text{mW} \times \text{cm}^2$  y tiempos de exposición de 20,40 y 60 seg.

	600mW x cm <sup>2</sup> 20 seg SECO	600mW x cm <sup>2</sup> 40 seg SECO	600mW x cm <sup>2</sup> 60 seg SECO	600mW x cm <sup>2</sup> 20 seg HUMEDO	600mW x cm <sup>2</sup> 40 seg HUMEDO	600mW x cm <sup>2</sup> 60 seg HUMEDO
Coltolux 50 <sup>®</sup>	35,00	36,50	37,70	35,50	36,60	37,30
XL 2500 3M <sup>®</sup>	34,83	36,11	38,61	34,44	35,77	37,83
Triligth Elipar Espe <sup>®</sup>	33,70	35,60	37,70	33,31	35,00	37,00
Spectrum 800 <sup>®</sup>	33,80	34,90	37,30	33,61	35,50	38,05

Fuente: Trabajo de campo

### Cuadro No. 19

Medición de la temperatura producida por las cuatro lámparas de luz halógena Qz, Tg, usando como barrera cortes proximales de piezas anteriores de esmalte y dentina (secas y húmedas) de 3mm de grosor a una intensidad de 800mW x cm<sup>2</sup> y tiempos de exposición de 20,40 y 60 seg.

	800mW x cm <sup>2</sup> 20 seg SECO	800mW x cm <sup>2</sup> 40 seg SECO	800mW x cm <sup>2</sup> 60 seg SECO	800mW x cm <sup>2</sup> 20 seg HUMEDO	800mW x cm <sup>2</sup> 40 seg HUMEDO	800mW x cm <sup>2</sup> 60 seg HUMEDO
Coltolux 50 <sup>®</sup>	36,80	38,30	39,70	36,60	38,00	39,30
XL 2500 3M <sup>®</sup>	35,61	37,33	39,44	35,27	37,05	39,11
Triligth Elipar Espe <sup>®</sup>	34,50	36,10	38,60	34,21	35,80	38,30
Spectrum 800 <sup>®</sup>	34,40	36,05	38,50	34,41	36,16	38,80

Fuente: Trabajo de campo

### Cuadro No. 20

Medición de la temperatura producida por las cuatro lámparas de luz halógena Qz, Tg, usando como barrera cortes oclusales de esmalte y dentina (secas y húmedas) de 1mm de grosor a una intensidad de 400mW x cm<sup>2</sup> y tiempos de exposición de 20,40 y 60 seg.

	400mW x cm <sup>2</sup> 20 seg SECO	400mW x cm <sup>2</sup> 40 seg SECO	400mW x cm <sup>2</sup> 60 seg SECO	400mW x cm <sup>2</sup> 20 seg HUMEDO	400mW x cm <sup>2</sup> 40 seg HUMEDO	400mW x cm <sup>2</sup> 60 seg HUMEDO
Coltolux 50 <sup>®</sup>	32,90	35,30	37,10	32,50	35,20	36,80
XL 2500 3M <sup>®</sup>	0,00	34,11	36,66	0,00	33,88	36,16
Triligth Elipar Espe <sup>®</sup>	0,00	33,40	36,20	0,00	33,00	35,90
Spectrum 800 <sup>®</sup>	0,00	34,50	35,00	0,00	34,33	34,90

Fuente: Trabajo de campo.



### Cuadro No. 21

Medición de la temperatura producida por las cuatro lámparas de luz halógena Qz, Tg, usando como barrera cortes oclusales de esmalte y dentina (secas y húmedas) de 1mm de grosor a una intensidad de 600mW x cm<sup>2</sup> y tiempos de exposición de 20,40 y 60 seg.

	600mW x cm <sup>2</sup> 20 seg SECO	600mW x cm <sup>2</sup> 40 seg SECO	600mW x cm <sup>2</sup> 60 seg SECO	600mW x cm <sup>2</sup> 20 seg HUMEDO	600mW x cm <sup>2</sup> 40 seg HUMEDO	600mW x cm <sup>2</sup> 60 seg HUMEDO
Coltolux 50 <sup>®</sup>	35,70	37,40	39,00	35,50	37,10	38,50
XL 2500 3M <sup>®</sup>	35,11	36,16	40,11	35,01	36,33	39,44
Triligh Elipar Espe <sup>®</sup>	34,70	35,80	39,60	34,41	35,50	39,30
Spectrum 800 <sup>®</sup>	35,50	36,20	37,70	35,16	36,00	37,50

Fuente: Trabajo de campo

### Cuadro No. 22

Medición de la temperatura producida por las cuatro lámparas de luz halógena Qz, Tg, usando como barrera cortes oclusales de esmalte y dentina (secas y húmedas) de 1mm de grosor a una intensidad de 800mW x cm<sup>2</sup> y tiempos de exposición de 20,40 y 60 seg.

	800mW x cm <sup>2</sup> 20 seg SECO	800mW x cm <sup>2</sup> 40 seg SECO	800mW x cm <sup>2</sup> 60 seg SECO	800mW x cm <sup>2</sup> 20 seg HUMEDO	800mW x cm <sup>2</sup> 40 seg HUMEDO	800mW x cm <sup>2</sup> 60 seg HUMEDO
Coltolux 50 <sup>®</sup>	32,20	39,10	42,10	36,80	39,00	41,70
XL 2500 3M <sup>®</sup>	36,16	37,77	42,88	35,94	37,55	42,38
Triligh Elipar Espe <sup>®</sup>	35,70	37,20	42,20	35,51	36,50	42,10
Spectrum 800 <sup>®</sup>	36,70	38,20	39,50	36,30	38,00	39,10

Fuente: Trabajo de campo

### Cuadro No. 23

Medición de la temperatura producida por las cuatro lámparas de luz halógena Qz, Tg, usando como barrera cortes oclusales de esmalte y dentina (secas y húmedas) de 2mm de grosor a una intensidad de 400mW x cm<sup>2</sup> y tiempos de exposición de 20,40 y 60 seg.

	400mW x cm <sup>2</sup> 20 seg SECO	400mW x cm <sup>2</sup> 40 seg SECO	400mW x cm <sup>2</sup> 60 seg SECO	400mW x cm <sup>2</sup> 20 seg HUMEDO	400mW x cm <sup>2</sup> 40 seg HUMEDO	400mW x cm <sup>2</sup> 60 seg HUMEDO
Coltolux 50 <sup>®</sup>	0,00	33,40	35,20	0,00	32,80	35,00
XL 2500 3M <sup>®</sup>	0,00	33,44	35,55	0,00	33,22	35,38
Triligth Elipar Espe <sup>®</sup>	0,00	33,10	35,10	0,00	32,90	35,00
Spectrum 800 <sup>®</sup>	0,00	33,60	34,30	0,00	33,30	34,00

Fuente: Trabajo de campo

### Cuadro No. 24

Medición de la temperatura producida por las cuatro lámparas de luz halógena Qz, Tg, usando como barrera cortes oclusales de esmalte y dentina (secas y húmedas) de 2mm de grosor a una intensidad de 600mW x cm<sup>2</sup> y tiempos de exposición de 20,40 y 60 seg.

	600mW x cm <sup>2</sup> 20 seg SECO	600mW x cm <sup>2</sup> 40 seg SECO	600mW x cm <sup>2</sup> 60 seg SECO	600mW x cm <sup>2</sup> 20 seg HUMEDO	600mW x cm <sup>2</sup> 40 seg HUMEDO	600mW x cm <sup>2</sup> 60 seg HUMEDO
Coltolux 50 <sup>®</sup>	35,20	36,50	38,20	35,10	36,30	38,00
XL 2500 3M <sup>®</sup>	34,72	35,22	38,88	34,44	35,00	38,33
Triligth Elipar Espe <sup>®</sup>	34,00	34,70	38,10	33,81	34,50	37,70
Spectrum 800 <sup>®</sup>	34,50	35,30	36,60	34,31	35,10	36,20

Fuente: Trabajo de campo

### Cuadro No. 25

Medición de la temperatura producida por las cuatro lámparas de luz halógena Qz, Tg, usando como barrera cortes oclusales de esmalte y dentina (secas y húmedas) de 2mm de grosor a una intensidad de 800mW x cm<sup>2</sup> y tiempos de exposición de 20,40 y 60 seg.

	800mW x cm <sup>2</sup> 20 seg SECO	800mW x cm <sup>2</sup> 40 seg SECO	800mW x cm <sup>2</sup> 60 seg SECO	800mW x cm <sup>2</sup> 20 seg HUMEDO	800mW x cm <sup>2</sup> 40 seg HUMEDO	800mW x cm <sup>2</sup> 60 seg HUMEDO
Coltolux 50 <sup>®</sup>	36,70	38,20	39,60	36,50	38,00	39,10
XL 2500 3M <sup>®</sup>	36,22	37,33	40,00	35,61	37,83	39,72
Triligth Elipar Espe <sup>®</sup>	35,50	36,70	39,30	35,31	37,20	39,00
Spectrum 800 <sup>®</sup>	35,60	36,60	38,16	35,31	36,20	37,70

Fuente: Trabajo de campo

### Cuadro No. 26

Medición de la temperatura producida por las cuatro lámparas de luz halógena Qz, Tg, usando como barrera cortes oclusales de esmalte y dentina (secas y húmedas) de 3mm de grosor a una intensidad de 400mW x cm<sup>2</sup> y tiempos de exposición de 20,40 y 60 seg.

	400mW x cm <sup>2</sup> 20 seg SECO	400mW x cm <sup>2</sup> 40 seg SECO	400mW x cm <sup>2</sup> 60 seg SECO	400mW x cm <sup>2</sup> 20 seg HUMEDO	400mW x cm <sup>2</sup> 40 seg HUMEDO	400mW x cm <sup>2</sup> 60 seg HUMEDO
Coltolux 50 <sup>®</sup>	0,00	33,50	35,60	0,00	33,20	36,30
XL 2500 3M <sup>®</sup>	0,00	0,00	33,88	0,00	0,00	33,83
Triligth Elipar Espe <sup>®</sup>	0,00	0,00	33,30	0,00	0,00	33,10
Spectrum 800 <sup>®</sup>	0,00	0,00	32,70	0,00	0,00	32,50

Fuente: Trabajo de campo

### Cuadro No. 27

Medición de la temperatura producida por las cuatro lámparas de luz halógena Qz, Tg, usando como barrera cortes oclusales de esmalte y dentina (secas y húmedas) de 3mm de grosor a una intensidad de 600mW x cm<sup>2</sup> y tiempos de exposición de 20,40 y 60 seg.

	600mW x cm <sup>2</sup> 20 seg SECO	600mW x cm <sup>2</sup> 40 seg SECO	600mW x cm <sup>2</sup> 60 seg SECO	600mW x cm <sup>2</sup> 20 seg HUMEDO	600mW x cm <sup>2</sup> 40 seg HUMEDO	600mW x cm <sup>2</sup> 60 seg HUMEDO
Coltolux 50 <sup>®</sup>	34,10	35,60	37,10	33,80	35,20	36,60
XL 2500 3M <sup>®</sup>	34,27	35,05	35,94	34,51	34,88	35,55
Triligth Elipar Espe <sup>®</sup>	33,50	33,90	35,40	33,31	33,90	35,00
Spectrum 800 <sup>®</sup>	32,90	34,20	35,70	32,61	34,00	35,50

Fuente: Trabajo de campo

### Cuadro No. 28

Medición de la temperatura producida por las cuatro lámparas de luz halógena Qz, Tg, usando como barrera cortes oclusales de esmalte y dentina (secas y húmedas) de 3mm de grosor a una intensidad de 800mW x cm<sup>2</sup> y tiempos de exposición de 20,40 y 60 seg.

	800mW x cm <sup>2</sup> 20 seg SECO	800mW x cm <sup>2</sup> 40 seg SECO	800mW x cm <sup>2</sup> 60 seg SECO	800mW x cm <sup>2</sup> 20 seg HUMEDO	800mW x cm <sup>2</sup> 40 seg HUMEDO	800mW x cm <sup>2</sup> 60 seg HUMEDO
Coltolux 50 <sup>®</sup>	35,80	37,10	38,40	35,50	36,60	38,30
XL 2500 3M <sup>®</sup>	35,50	36,61	37,77	35,61	36,38	37,50
Triligth Elipar Espe <sup>®</sup>	34,50	35,50	37,30	34,41	35,60	37,10
Spectrum 800 <sup>®</sup>	33,60	35,70	37,60	33,51	35,50	37,05

Fuente: Trabajo de campo

**Cuadro No. 29**

Medición de la temperatura producida por las cuatro lámparas de luz halógena Qz, Tg, usando como barrera cortes proximales de esmalte y dentina (secas y húmedas) de 1mm de grosor a una intensidad de  $400\text{mW} \times \text{cm}^2$  y tiempos de exposición de 20,40 y 60 seg.

	400mW x cm <sup>2</sup> 20 seg SECO	400mW x cm <sup>2</sup> 40 seg SECO	400mW x cm <sup>2</sup> 60 seg SECO	400mW x cm <sup>2</sup> 20 seg HUMEDO	400mW x cm <sup>2</sup> 40 seg HUMEDO	400mW x cm <sup>2</sup> 60 seg HUMEDO
Coltolux 50 <sup>®</sup>	0,00	34,40	36,80	0,00	34,10	35,50
XL 2500 3M <sup>®</sup>	0,00	32,33	33,83	0,00	32,22	34,44
Triligth Elipar Espe <sup>®</sup>	0,00	30,50	32,80	0,00	30,20	34,00
Spectrum 800 <sup>®</sup>	0,00	35,05	35,60	0,00	34,80	35,40

Fuente: Trabajo de campo

**Cuadro No. 30**

Medición de la temperatura producida por las cuatro lámparas de luz halógena Qz, Tg, usando como barrera cortes proximales de esmalte y dentina (secas y húmedas) de 1mm de grosor a una intensidad de  $600\text{mW} \times \text{cm}^2$  y tiempos de exposición de 20,40 y 60 seg.

	600mW x cm <sup>2</sup> 20 seg SECO	600mW x cm <sup>2</sup> 40 seg SECO	600mW x cm <sup>2</sup> 60 seg SECO	600mW x cm <sup>2</sup> 20 seg HUMEDO	600mW x cm <sup>2</sup> 40 seg HUMEDO	600mW x cm <sup>2</sup> 60 seg HUMEDO
Coltolux 50 <sup>®</sup>	34,90	36,20	38,80	35,05	35,90	38,05
XL 2500 3M <sup>®</sup>	36,11	38,05	40,00	35,83	37,83	39,55
Triligth Elipar Espe <sup>®</sup>	35,10	37,72	39,30	34,91	37,80	38,80
Spectrum 800 <sup>®</sup>	35,90	36,70	37,80	35,61	36,30	37,61

Fuente: Trabajo de campo

### Cuadro No. 31

Medición de la temperatura producida por las cuatro lámparas de luz halógena Qz, Tg, usando como barrera cortes proximales de esmalte y dentina (secas y húmedas) de 1mm de grosor a una intensidad de 800mW x cm<sup>2</sup> y tiempos de exposición de 20,40 y 60 seg.

	800mW x cm <sup>2</sup> 20 seg SECO	800mW x cm <sup>2</sup> 40 seg SECO	800mW x cm <sup>2</sup> 60 seg SECO	800mW x cm <sup>2</sup> 20 seg HUMEDO	800mW x cm <sup>2</sup> 40 seg HUMEDO	800mW x cm <sup>2</sup> 60 seg HUMEDO
Coltolux 50 <sup>®</sup>	36,20	38,20	41,80	36,10	37,30	41,16
XL 2500 3M <sup>®</sup>	37,72	40,66	42,77	37,38	40,22	42,16
Triligth Elipar Espe <sup>®</sup>	37,00	39,50	41,80	36,11	39,10	41,50
Spectrum 800 <sup>®</sup>	37,27	38,30	40,50	36,94	38,05	39,90

Fuente: Trabajo de campo

### Cuadro No. 32

Medición de la temperatura producida por las cuatro lámparas de luz halógena Qz, Tg, usando como barrera cortes proximales de esmalte y dentina (secas y húmedas) de 2mm de grosor a una intensidad de 400mW x cm<sup>2</sup> y tiempos de exposición de 20,40 y 60 seg.

	400mW x cm <sup>2</sup> 20 seg SECO	400mW x cm <sup>2</sup> 40 seg SECO	400mW x cm <sup>2</sup> 60 seg SECO	400mW x cm <sup>2</sup> 20 seg HUMEDO	400mW x cm <sup>2</sup> 40 seg HUMEDO	400mW x cm <sup>2</sup> 60 seg HUMEDO
Coltolux 50 <sup>®</sup>	0,00	32,16	34,40	0,00	31,60	32,61
XL 2500 3M <sup>®</sup>	0,00	32,05	35,55	0,00	31,77	35,50
Triligth Elipar Espe <sup>®</sup>	0,00	32,40	34,70	0,00	32,10	35,00
Spectrum 800 <sup>®</sup>	0,00	33,90	35,05	0,00	33,70	34,50

Fuente: Trabajo de campo

### Cuadro No. 33

Medición de la temperatura producida por las cuatro lámparas de luz halógena Qz, Tg, usando como barrera cortes proximales de esmalte y dentina (secas y húmedas) de 2mm de grosor a una intensidad de 600mW x cm<sup>2</sup> y tiempos de exposición de 20,40 y 60 seg.

	600mW x cm <sup>2</sup> 20 seg SECO	600mW x cm <sup>2</sup> 40 seg SECO	600mW x cm <sup>2</sup> 60 seg SECO	600mW x cm <sup>2</sup> 20 seg HUMEDO	600mW x cm <sup>2</sup> 40 seg HUMEDO	600mW x cm <sup>2</sup> 60 seg HUMEDO
Coltolux 50 <sup>®</sup>	33,80	34,60	36,16	33,60	34,40	36,00
XL 2500 3M <sup>®</sup>	35,70	37,33	39,94	35,44	37,27	39,33
Triligth Elipar Espe <sup>®</sup>	34,90	36,60	38,80	34,31	36,70	38,60
Spectrum 800 <sup>®</sup>	33,33	35,50	38,30	34,61	35,30	37,90

Fuente: Trabajo de campo

### Cuadro No. 34

Medición de la temperatura producida por las cuatro lámparas de luz halógena Qz, Tg, usando como barrera cortes proximales de esmalte y dentina (secas y húmedas) de 2mm de grosor a una intensidad de 800mW x cm<sup>2</sup> y tiempos de exposición de 20,40 y 60 seg.

	800mW x cm <sup>2</sup> 20 seg SECO	800mW x cm <sup>2</sup> 40 seg SECO	800mW x cm <sup>2</sup> 60 seg SECO	800mW x cm <sup>2</sup> 20 seg HUMEDO	800mW x cm <sup>2</sup> 40 seg HUMEDO	800mW x cm <sup>2</sup> 60 seg HUMEDO
Coltolux 50 <sup>®</sup>	35,50	36,60	39,00	35,20	36,38	38,70
XL 2500 3M <sup>®</sup>	37,30	39,55	41,33	36,83	39,27	40,94
Triligth Elipar Espe <sup>®</sup>	35,70	38,30	39,40	35,61	37,90	39,00
Spectrum 800 <sup>®</sup>	36,20	37,30	39,30	36,01	37,05	39,00

Fuente: Trabajo de campo

### Cuadro No. 35

Medición de la temperatura producida por las cuatro lámparas de luz halógena Qz, Tg, usando como barrera cortes proximales de esmalte y dentina (secas y húmedas) de 3mm de grosor a una intensidad de 400mW x cm<sup>2</sup> y tiempos de exposición de 20,40 y 60 seg.

	400mW x cm <sup>2</sup> 20 seg SECO	400mW x cm <sup>2</sup> 40 seg SECO	400mW x cm <sup>2</sup> 60 seg SECO	400mW x cm <sup>2</sup> 20 seg HUMEDO	400mW x cm <sup>2</sup> 40 seg HUMEDO	400mW x cm <sup>2</sup> 60 seg HUMEDO
Coltolux 50 <sup>®</sup>	0,00	0,00	32,20	0,00	0,00	32,10
XL 2500 3M <sup>®</sup>	0,00	0,00	33,55	0,00	0,00	33,88
Triligth Elipar Espe <sup>®</sup>	0,00	0,00	32,60	0,00	0,00	33,70
Spectrum 800 <sup>®</sup>	0,00	0,00	33,10	0,00	0,00	32,70

Fuente: Trabajo de campo

### Cuadro No. 36

Medición de la temperatura producida por las cuatro lámparas de luz halógena Qz, Tg, usando como barrera cortes proximales de esmalte y dentina (secas y húmedas) de 3mm de grosor a una intensidad de 600mW x cm<sup>2</sup> y tiempos de exposición de 20,40 y 60 seg.

	600mW x cm <sup>2</sup> 20 seg SECO	600mW x cm <sup>2</sup> 40 seg SECO	600mW x cm <sup>2</sup> 60 seg SECO	600mW x cm <sup>2</sup> 20 seg HUMEDO	600mW x cm <sup>2</sup> 40 seg HUMEDO	600mW x cm <sup>2</sup> 60 seg HUMEDO
Coltolux 50 <sup>®</sup>	33,20	35,10	36,33	33,00	34,80	36,10
XL 2500 3M <sup>®</sup>	35,66	37,27	38,44	35,11	36,22	38,22
Triligth Elipar Espe <sup>®</sup>	33,90	35,70	37,40	33,91	35,50	37,20
Spectrum 800 <sup>®</sup>	33,50	34,80	36,30	33,05	34,50	36,16

Fuente: Trabajo de campo



**Cuadro No. 37**

Medición de la temperatura producida por las cuatro lámparas de luz halógena Qz, Tg, usando como barrera cortes proximales de esmalte y dentina (secas y húmedas) de 3mm de grosor a una intensidad de 800mW x cm<sup>2</sup> y tiempos de exposición de 20,40 y 60 seg.

	800mW x cm <sup>2</sup> 20 seg SECO	800mW x cm <sup>2</sup> 40 seg SECO	800mW x cm <sup>2</sup> 60 seg SECO	800mW x cm <sup>2</sup> 20 seg HUMEDO	800mW x cm <sup>2</sup> 40 seg HUMEDO	800mW x cm <sup>2</sup> 60 seg HUMEDO
Coltolux 50 <sup>®</sup>	34,20	36,30	38,20	34,40	36,40	38,11
XL 2500 3M <sup>®</sup>	36,77	38,44	40,11	36,51	38,05	39,94
Triligh Elipar Espe <sup>®</sup>	34,60	36,60	38,40	35,11	36,40	38,16
Spectrum 800 <sup>®</sup>	34,40	36,80	38,30	34,16	36,50	38,05

Fuente: Trabajo de campo

## DISCUSION DE RESULTADOS

Durante la medición de temperatura producida por cuatro diferentes marcas de lámparas de luz halógena Qz, Tg, al pasar a través de diferentes grosores de dentina y esmalte los resultados fueron los siguientes.

Las temperaturas más altas las produjo la lámpara XL 2,500 de 3M llegando a un máximo de 47.22 grados centígrados, la Coltolux 50 con un máximo de 46.83 grados centígrados, la Triligth Elipar Espe 46.7 grados centígrados y la Spectrum 800 con una temperatura máxima de 46.11 grados centígrados.

Registros iniciales que fueron tomados a 800 mW con tiempo de 60 seg.

Es importante mencionar que las temperaturas fueron tomadas a temperatura de ambiente, comenzando desde 0°, para que el registro de la temperatura no fuera alterado por el registro anterior.

No hubo diferencia significativa en los registros de temperatura entre muestras secas y las sumergidas en suero fisiológico, la diferencia fue únicamente de décimas de grado centígrado, registrándose temperaturas ligeramente más bajas en las muestras sumergidas en suero fisiológico, debido a la humedad que estas presentaban.

Para los distintos grosores de cortes, la temperatura disminuyó a medida que el corte era más grueso, registrándose por consiguiente las temperaturas más altas al usar barreras de 1mm, que al usar barreras de 2 y 3 mm. disminuyendo 1.34 grados centígrados en promedio por milímetro de grosor.

Con respecto a las piezas dentales, los cortes oclusales mostraron ser mejores filtros de calor que los incisales y proximales.

El aumento de la temperatura se mostró directamente proporcional al aumento de la intensidad de la luz, pues por cada 200 mW por cm<sup>2</sup> que se aumentó la intensidad hubo un aumento de 1.61 grados centígrados en promedio.

## CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos en este estudio, se concluye:

1. Se acepta la hipótesis: La temperatura producida por las cuatro distintas lámparas de luz halógeno cuarzo tungsteno (QHT) a estudiar, aumenta a mayor intensidad de luz, tiempo de exposición y a menor grosor de barreras de esmalte y dentina.
2. La temperatura producida por las lámparas de luz halógena Qz, Tg, aumenta a mayor intensidad de luz.
3. La temperatura producida por las lámparas de luz halógena Qz, Tg aumenta a mayor tiempo de fotocurado.
4. La temperatura producida por la luz de las lámparas de halógeno Qz, Tg, disminuye al atravesar los distintos grosores de esmalte y dentina. A mayor grosor, menor temperatura.
5. Los registros de temperatura varían entre cada marca de lámparas de luz Halógena.
6. Las temperaturas producidas por las cuatro lámparas de luz halógena Qz, Tg estudiadas, son capaces de producir daño pulpar irreversible.

## **RECOMENDACIONES**

Con base en esta investigación, se recomienda realizar otro estudio, usando como barreras materiales dentales como resinas compuestas e ionómeros de vidrio a distintos grosores.

Es aconsejable realizar otro estudio utilizando lámparas LED, pues se perfilan como el futuro del fotocurado.

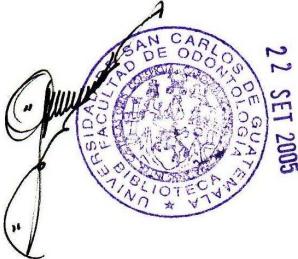
## **LIMITACIONES**

La mayor dificultad en este estudio fue el tiempo intermitente en que se tuvo disponible cada una de lámparas de fotocurado, al realizar el trabajo de campo.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Albers, H. F. (1988). Odontología estética. Trad. Miguel Angel Saravia Rojas. Barcelona: Labor. pp.72-76.
2. Ash, M. M. (1994). Anatomía, fisiología y oclusión dentales de Wheeler. Trad. Claudia Cervera Pineda. 7 ed. México: Interamericana McGraw - Hill. 474p.
3. Bhaskar, S. N. (1993). Histología y embriología bucal. Trad. Oscar S. Bonal. 11 ed. México: Mosby. 488p.
4. Della Serra, O. (1970). Anatomía dental. Sao Paulo: Artes Médicas. 318p.
5. Figun, M. E. y Garino, R. R. (1988). Anatomía odontológica funcional y aplicada. 2 ed. Buenos Aires: El Ateneo. pp. 206-213
6. González Reyes, M. (2004). Historia de la luz halógena.(en línea). México: Consultado el 26 de En. 2004. Disponible en: <http://www.webcindario.com/mis-bombillas/>.
7. Kreisler, A. H. D. (2002). Intrapulpal temperature changes during root surface irradiation with an 809-nm GaAlAs laser. Oral Sur O Med O Patho. 93(6): 730-734.
8. Poveda, B. J. y Chavarria, M. D. (1992). Anatomía comparada. Guatemala: Superación. pp. 54-62.
9. Roth, F. (1994). Los composites: lámparas de fotopolimerización. Trad. Maria Pié Juste. Barcelona: Masson. pp.11-15.
10. Seltzer, S. y Bender, I. B. (1987). Pulpa dental. Trad. José Antonio Ramos Tercero. 3 ed. México: El Manual Moderno. pp. 191-192.
11. Sicher, H. (1962). Orbans oral histology and embriology. Trad. José Antonio Ramos Tercero. 5 ed. Saint Louis: Mosby Company. 523p.
12. Woelfel, J. B. (1982). Anatomía dental de Permar. Trad. Vicente José Cárdenas Tovar. México: Compañía Editorial Continental. 270p.

Vo. Bo.



## ANEXOS

### CUADRO DE RECOPIACIÓN DE DATOS

	20 segundos		40 segundos		60 segundos	
	S	H	S	H	S	H
400mw						
600mw						
800mw						

El contenido de esta tesis es única y exclusiva responsabilidad del autor.

A handwritten signature in black ink, consisting of several overlapping loops and vertical strokes, positioned above the author's name.


Dennis Gonzalo Ruano Silva  
Autor





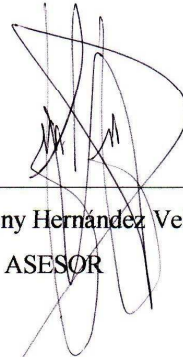
Dennis Gonzalo Ruano Silva

SUSTENTANTE



Dr. Herman Horacio Mendía Alarcón

ASESOR



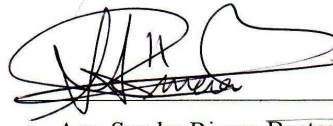
Dr. Erick Rony Hernández Velásquez

ASESOR



Dra. Lúgía Padilla de Montoya

REVISORA 1



Arq. Sandra Rivera Bustamante

REVISORA 2

Vo.Bo. IMPRIMASE



Dra. Cándida Luz Franco Lemus

SECRETARIA ACADEMICA

