



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**



---

---

**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

**FOTORRETINITIS POR USO DE LUZ HALÓGENA EN  
ODONTÓLOGOS.**

**TESINA**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE**

**CIRUJANA DENTISTA**

**P R E S E N T A:**

**DANIELA MISHELLE CASTILLO ALEGRE.**

**TUTORA: Esp. LILA ARELI DOMÍNGUEZ SANDOVAL.**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A Dios por bendecirme forjando mi camino y concluir satisfactoriamente esta meta en mi vida.

A papá, por enseñarme el ejemplo de responsabilidad y perseverancia, y hacerme ver que todo sacrificio tarde o temprano tiene su recompensa, por apoyarme en todo momento, levantarse temprano para llevarme a la escuela, gracias por tu ayuda porque gracias a eso pude solventar mi carrera y nunca me hizo falta nada durante toda esta etapa, gracias por empezar y terminar esta meta profesional a mi lado, te quiero mucho.

A mamá, por confiar en mí y apoyarme en todo momento, por la motivación que me diste día a día, aunque a veces me daba por vencida siempre me dabas las palabras exactas para levantarme con más fuerza, te agradezco por darme la vida, y por permanecer conmigo en todo momento a pesar de la distancia, te quiero mucho.

A mi hermana por estar conmigo cuando más lo necesito, espero que siempre Dios nos mantenga unidas para seguir compartiendo y disfrutando de los logros que nos da la vida.

A mi familia, amigos, profesores y personas especiales en mi vida, este logro es parte también de ustedes, por confiar, creer en mí y en mis expectativas, ayudándome incondicionalmente e impulsándome a ser mejor en todos los sentidos, gracias por transmitirme cada uno de sus conocimientos en mi formación profesional.

Gracias Dra. Lila Domínguez, por su tiempo, atención y dedicación y el estar pendiente de mí trabajo a pesar de la pandemia y tenerme toda la paciencia para poder culminar este trabajo con éxito.

A la máxima casa de estudios, mi Universidad de la cual me siento orgullosa de pertenecer, por brindarme oportunidades, conocimientos y aprendizajes en esta etapa de mi vida.

Por mi raza hablará el espíritu.

## FOTORRETINITIS POR USO DE LUZ HALÓGENA EN ODONTÓLOGOS.

<b>Introducción.</b> .....	5
<b>Objetivo.</b> .....	6
<b>Capítulo 1 El ojo humano.</b>	
1.1 Formación embrionaria del globo ocular.	
1.1.1 Embriología del ojo.....	7
1.1.2 Anatomía del ojo.....	10
1.1.3 Función ocular.....	11
1.2 Características y generalidades de la retina.....	12
1.2.1 Histología y Anatomía.....	14
1.2.2 Función.....	16
<b>Capítulo 2 Fotopolimerización</b>	
2.1 Espectro de luz visible / Daños a la visión.....	17
2.2 Luz Halógena.....	19
2.2.1 Características de la luz halógena.....	20
2.2.2 Función / Uso de la luz halógena.....	21
2.3 Lámpara de fotopolimerización (luz visible / halógena).....	22
2.3.1 Características de la lámpara de fotopolimerización.....	23
2.3.2 Composición.....	24
2.3.3 Función / Uso en Odontología.....	25
<b>Capítulo 3 Fotorretinitis</b>	
3.1 Concepto de fotorretinitis.....	26
3.2 Características clínicas de fotorretinitis.....	27

## **Capítulo 4 Prevención / Bioseguridad**

4.1 Normas para la prevención de riesgos en la salud y manejo correcto de la lámpara de fotocurado.....	29
4.2 Barreras de protección.....	31
<b>Conclusiones.....</b>	<b>33</b>
<b>Referencias bibliográficas.....</b>	<b>34</b>

## **Introducción.**

La visión es un sentido de suma importancia para los profesionales de la salud, ya que es indispensable para que se pueda desarrollar adecuadamente el trabajo clínico en el ámbito odontológico y muy a menudo no lo consideramos.

En la profesión odontológica los estudiantes como los odontólogos están continuamente expuestos a la luz halógena y a otras fuentes lumínicas por lo que continuamente se observan casos de alteración o disminución de la agudeza visual por la ausencia de barreras de protección o mal uso.

El tema de las barreras de protección en odontología es de mucha importancia para la prevención y cuidado adecuado de los profesionistas y de los pacientes.

Se abordara el tema con base en la revisión bibliográfica buscando los parámetros usados en odontología. Algunos autores han descrito casos de fotorretinitis por el mal uso de las lámparas de fotocurado y sus barreras de protección y que se han asociado de forma directa con el uso de materiales odontológicos estéticos que incluyen a las resinas y materiales de curación que su activación se realiza con fuentes lumínicas.

Las principales consecuencias a la salud de los odontólogos y personal asociado con la exposición a la luz halógena son la fotorretinitis, por lo que en este trabajo se hacen algunas consideraciones para su protección y manejo adecuado.

## **Objetivo.**

Conocer las normas de bioseguridad y prevención durante el uso de la lámpara de luz halógena y proporcionar información en base a las investigaciones para que los odontólogos y personal auxiliar conozcan y apliquen las normas durante el procedimiento.

## Capítulo 1 El ojo humano.

El ojo humano es el órgano encargado de recibir todos los estímulos lumínicos para transformar y generar el complejo proceso de la visión. Por su forma se le denomina Globo ocular. Es un órgano par situado a ambos lados del plano sagital, protegido por grasa y tejidos blandos y por las paredes óseas que componen las cavidades orbitarias, donde a partir del globo ocular se continua el nervio óptico, los músculos oculares, la glándula lagrimal, vasos y nervios todos estos componentes son internos. Mientras que los componentes externos son los párpados, las pestañas y las lágrimas.<sup>(1)</sup>

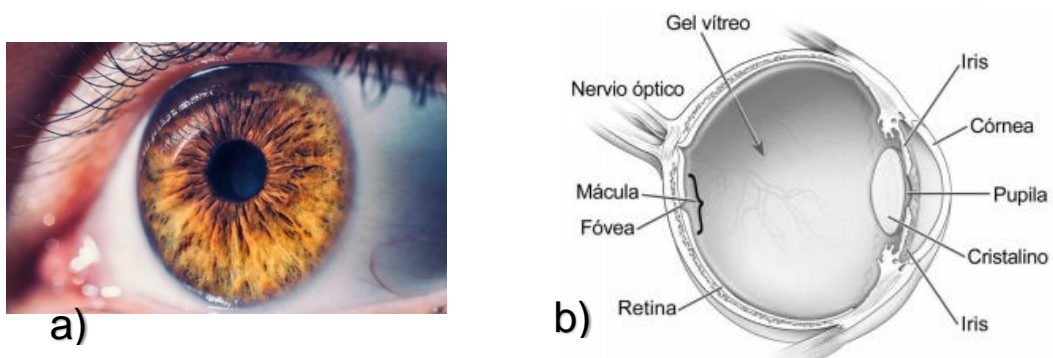


Fig.1 Componentes del ojo.

a) Imagen externa del ojo humano.<sup>23</sup> b) Se observa un diagrama de los componentes internos del ojo humano.<sup>2</sup>

### 1.1 Formación embrionaria del globo ocular.

#### 1.1.1 Embriología del ojo.

Su desarrollo se hace visible a los 22 días de vida intra uterina, semana 4 (figura 2) en forma de dos surcos poco profundos a cada lado del cerebro anterior. Al cerrarse el tubo neural estos surcos se evaginan produciendo: las vesículas ópticas.<sup>3</sup>



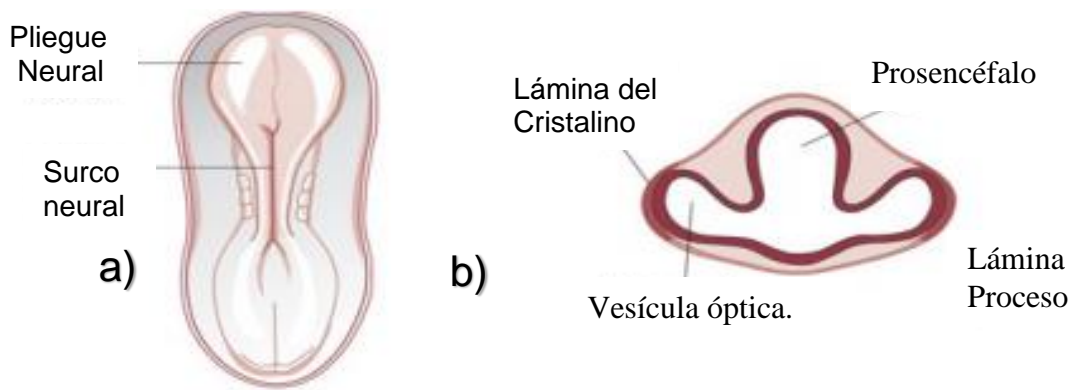


Fig. 2 Diagrama de la formación intra uterina de los ojos.

a) semana 3, cierre de los pliegues neurales (vista dorsal). b) semana 4, formación de vesículas ópticas y láminas de cristalinos (corte transversal).<sup>3</sup>

Cuando las vesículas ópticas se ponen en contacto con el ectodermo superficial se lleva a cabo una interacción celular para activar la formación del cristalino.<sup>3</sup>

Las vesículas ópticas comienzan a invaginarse y forman la cúpula óptica (fig. 3), que es una pared doble que luego se transformara en la pupila.<sup>3</sup> De ésta invaginación también surge una parte inferior que dará origen a la fisura coroidea para albergar la arteria hialoidea, permite que llegue a la cámara interna del ojo (fig.4).<sup>3</sup>

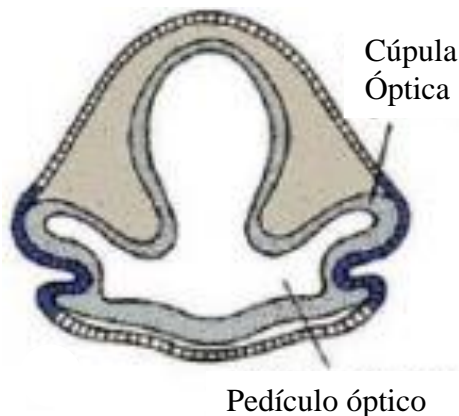


Fig. 3 Esquema de la cúpula óptica.

Se observa la cúpula óptica de pared doble, la cual será posteriormente la pupila.<sup>3</sup>

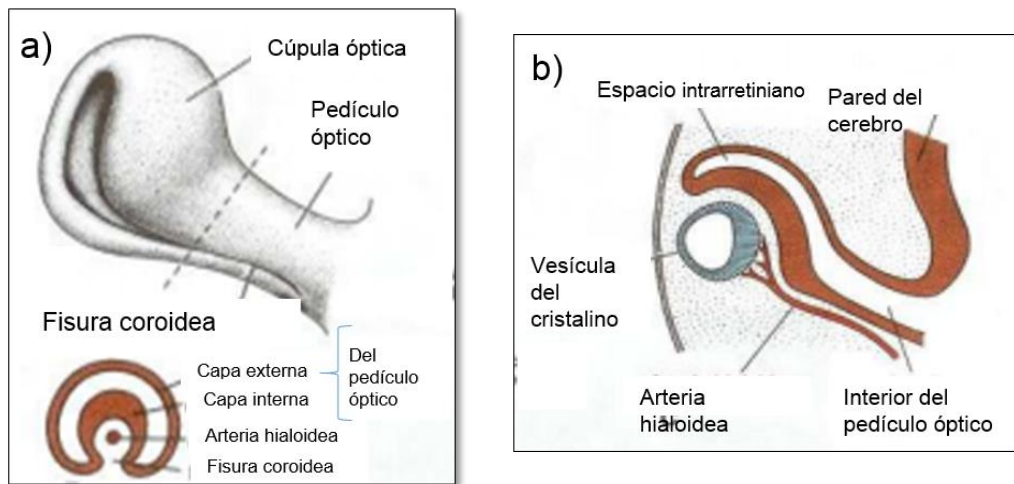


Fig. 4 Diagrama fisura coroidea.

a) Se observa la fisura coroidea en la parte inferior en donde pasa la arteria hialoidea b) arteria hialoidea y estructuras.<sup>3</sup>

En la tabla 1 se muestra el origen embrionario de algunas estructuras oculares.

Origen embrionario de las diferentes estructuras del ojo.	
Origen	Derivado
<b>Ectodermo superficial</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cristalino</li> <li>• Epitelio de la córnea, conjuntiva y la glándula lacrimal con su sistema de drenaje.</li> </ul>
<b>Neuroectodermo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Humor vítreo (en parte, también del mesodermo)</li> <li>• Epitelio de la retina, iris y cuerpo ciliar.</li> <li>• Músculos esfínter y dilatador de la pupila</li> <li>• Nervio óptico</li> </ul>
<b>Mesodermo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Esclerótica</li> <li>• Tejido de la córnea, cuerpo ciliar, iris y coroides</li> <li>• Músculos extraoculares</li> <li>• Sistema hialoide (la mayor parte degenera antes de nacer)</li> <li>• Cubiertas del nervio óptico</li> <li>• Tejido conjuntivo y vasos del ojo.</li> </ul>

Tabla 1 modificada de; Origen embrionario de las estructuras del ojo.<sup>3</sup>

### 1.1.2 Anatomía del ojo.

Anatómicamente, el ojo está formado por tres túnicas o capas concéntricas, y por un sistema de medios transparentes y refringentes que se alojan en su interior.<sup>4</sup>

Las tres capas son, de afuera hacia adentro:

- **Túnica fibrosa o esclerótica**
- **Túnica vascular o coroides**
- **Túnica nerviosa o retina.**

Los medios transparentes del ojo constituyen el sistema dióptrico. El sistema dióptrico está formado por el cristalino, el humor acuoso, el humor vítreo y la córnea.<sup>4</sup>

1. **Cristalino.** Lente bicóncava, elástica, incolora y transparente, que se ubica inmediatamente por detrás del iris, y que está sujeta por el ligamento suspensor del cristalino o zónula de Zinn, que la fija a la túnica vascular. El cristalino acomoda el ojo a la visión cercana y lejana. Cuando el aparato ciliar se contrae, el cristalino se engruesa, y así acomoda el ojo a la visión cercana. Por el contrario, cuando el aparato ciliar se relaja, el cristalino se adelgaza y acomoda el ojo a la visión lejana.
2. **Humor acuoso.** Es un líquido incoloro y transparente, formado en su mayor parte por agua (98%). Se aloja en el compartimento anterior del globo ocular. El humor acuoso mantiene inflado al ojo.
3. **Humor vítreo.** También llamado cuerpo vítreo, es una masa transparente y gelatinosa que llena la cavidad comprendida entre el cristalino y la retina (compartimento posterior). El humor vítreo está envuelto en una membrana hialoidea y atravesado en sentido anteroposterior por el conducto hialoideo o de Cloquet, por el que pasa una arteria durante el estado embrionario.

4. **Córnea.** Es la parte anterior de la esclerótica, que se hace transparente para dejar pasar los rayos luminosos.<sup>4</sup>

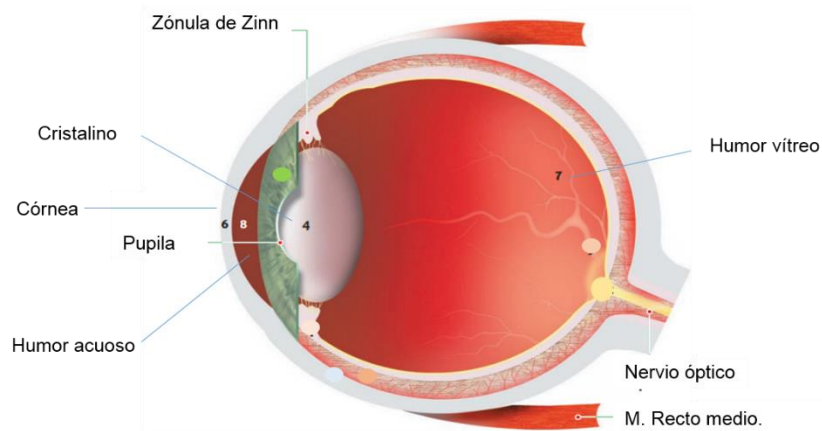


Fig. 5 Esquema de las estructuras anatómicas del ojo.<sup>4</sup>

### 1.1.3 Función ocular.

El ojo humano es un órgano fotorreceptor, cuya función, ya implícita, consiste en recibir los rayos luminosos procedentes de los objetos presentes en el mundo exterior y transformarlos en impulsos eléctricos que son conducidos al centro nervioso de la visión en la parte posterior del cerebro a través del nervio óptico.<sup>24</sup>

El ojo necesita de cierto período de adaptación para pasar de una intensidad luminosa correspondiente a la luz del día, a intensidades de luz menores y viceversa. Este periodo de adaptación se encuentra en relación con una estructura muy sensible, que es la encargada de captar la luz: la retina.<sup>24</sup>

Para llegar hasta la Retina, un haz de luz debe atravesar los medios refringentes del ojo humano, que son cuatro:

1. La Córnea.
2. El Humor acuoso.
3. La lente o cristalino.
4. El humor vítreo.

Cualquier opacidad o alteración anatómica en estos medios refringentes nos llevará a una visión borrosa.<sup>24</sup>

La superficie curva de la retina es muy importante, ya que permite compensar el cambio de trayectoria que sufre un haz luminoso, al pasar por medios con índices de refracción tan distintos.<sup>24</sup>

## 1.2 Características y generalidades de la retina.

Es la capa más profunda del ojo, donde realmente se realiza el proceso de la visión y está formada por tejido neuroepitelial (parte del sistema nervioso central) y conectada con el cerebro por el nervio óptico. Dentro de la retina se pueden distinguir algunas zonas. (Fig. 6):<sup>2</sup>

- **Papila o disco óptico:** Que corresponde al punto de entrada del nervio óptico en la retina y también al punto por el cual entran en el ojo las arterias retinianas y salen las venas retinianas. Esta estructura forma el punto ciego del ojo, puesto que carece de células sensibles a la luz.
- **Mácula:** Zona en la parte posterior de la retina, en la cual hay una mayor densidad de vasos sanguíneos y foto-receptores (conos), lo que hace que sea la zona de la retina especializada en la visión fina de los detalles. Sirve, entre otras cosas, para poder leer y distinguir las caras de las personas.

- **Fóvea:** Depresión poco profunda de la retina situada en el polo posterior del ojo en el centro de la mácula. Es el área de la retina que proporciona la visión de más alta resolución y precisión.

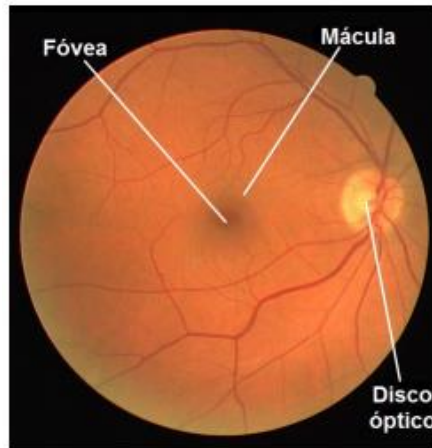


Fig.6 Retinografía que muestra la fóvea, la mácula y el disco óptico.<sup>(3)</sup>

En la retina están las células visuales, por lo que se la puede comparar a una película fotosensible. Estas células son capaces de captar la luz visible que es solo una pequeña parte del espectro electromagnético, la comprendida entre los 400 nanómetros de la luz violeta y los 750 nanómetros de la luz roja.<sup>24</sup>

La luz que incide en la retina desencadena una serie de fenómenos químicos y eléctricos que finalmente se traducen en impulsos nerviosos que son enviados hacia el cerebro por el nervio óptico.<sup>24</sup>

### 1.2.1 Histología y Anatomía de la retina.

La retina es la tercera capa del ojo y es donde llega la parte final en el ojo. Consta histológicamente de 10 capas.<sup>25</sup>

CAPAS DE LA RETINA, organizadas de fuera hacia dentro:

1. Epitelio pigmentario.
2. Capa de las células fotorreceptoras.
3. Capa limitante externa.
4. Capa nuclear o granular externa.
5. Capa plexiforme externa.
6. Capa nuclear o granular interna.
7. Capa plexiforme interna.
8. Capa de las células ganglionares.
9. Capa de fibras del nervio óptico.
10. Capa limitante interna.

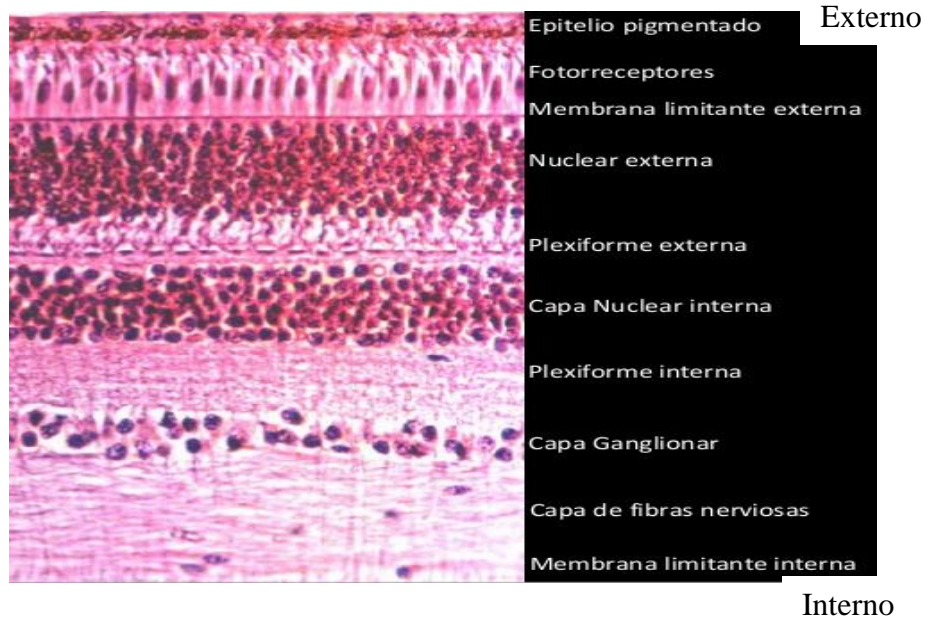


Fig.7 Imagen histológica de las 10 capas de la retina, representadas en orden de fuera hacia dentro.<sup>25</sup>

**FUNCION DE CADA UNA DE LAS CAPAS DE LA RETINA SE OBSERVAN EN LA TABLA 2.**

<b>Capa</b>	<b>Descripción</b>
<b>Epitelio pigmentario.</b>	Sintetiza melanina que absorbe la luz que activo los conos y bastones; fagocita los extremos desprendidos de los conos y bastones; esterifica vitamina A.
<b>Capa de las células fotorreceptoras.</b>	Fotosensibilidad; los bastones son sensibles a la luz de intensidad baja, mientras que los conos son sensibles a la luz brillante y perciben colores.
<b>Capa limitante externa.</b>	Zonulae adherentes formadas entre las células fotorreceptoras y las células de Müller (por ende, no es una verdadera membrana).
<b>Capa nuclear o granular externa.</b>	Contiene las regiones nucleares de los conos y los bastones.
<b>Capa plexiforme externa.</b>	Región de sinapsis entre axones, células fotorreceptoras y dendritas de células horizontales y bipolares.
<b>Capa nuclear o granular interna.</b>	Contiene las regiones nucleares de las células de Müller, bipolares, amacrinas y horizontales.
<b>Capa plexiforme interna.</b>	Región en la que ocurren sinapsis entre los axones y las dendritas de las células amacrinas, bipolares y ganglionares.
<b>Capa de las células ganglionares.</b>	Contiene los somas de neuronas multipolares y de células de la neuroglia.
<b>Capa de fibras del nervio óptico.</b>	Región en la que los axones amielinicos de las células ganglionares se agrupan para formar el nervio óptico. Una vez que las fibras perforan la esclera, se mielinizan.
<b>Capa limitante interna.</b>	Compuesta por las prolongaciones terminales expandidas de las células de Müller y su lamina basal.

Tabla 2 modificada de; Capas de la retina.<sup>5</sup>



### 1.2.2 Función de la retina.

La principal función de la retina es transformar las imágenes que recibe en impulsos nerviosos que son enviados al cerebro a través del nervio óptico.<sup>26</sup>

La luz que entra en el ojo atraviesa la córnea y pasa por la pupila y el cristalino hasta llegar a la retina, donde estimula a unas células llamadas fotorreceptores. Los fotorreceptores transmiten el estímulo luminoso a las fibras nerviosas que constituyen el nervio óptico pueden ser de dos tipos (fig. 8):<sup>26</sup>

- **Conos:**

Son estimulados en condiciones de luminosidad y generan la visión central fina y en color. Los conos se localizan principalmente en la parte central y posterior de la retina, llamada mácula.

- **Bastones:**

Son los que actúan en condiciones de poca luminosidad y son los responsables de la visión en blanco y negro, de la visión nocturna y de la visión periférica o lateral. Se localizan, sobre todo, en las zonas periféricas de la retina.

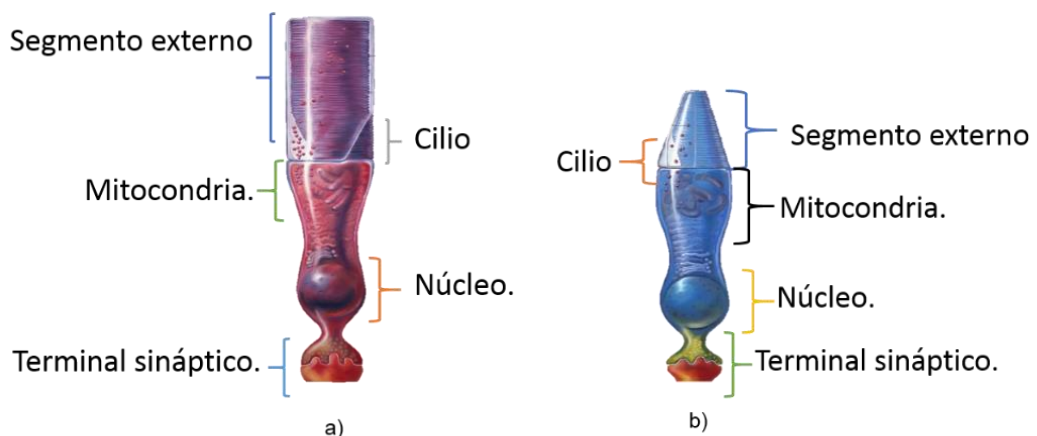


Fig. 8 Fotorreceptores de la retina.

a) Bastón, b) Cono.<sup>27</sup>

## Capítulo 2 Fotopolimerización.

La fotopolimerización es una maniobra mediante la cual se polimerizan o endurecen materiales (resinas compuestas, por ejemplo, para obturación estética de dientes) en el interior de la cavidad bucal, gracias a la aplicación de una luz, de determinadas características.<sup>7</sup>

### 2.1 Espectro de luz visible.

Dentro del espectro de energía electromagnética se encuentra una zona denominada Luz Visible que abarca aproximadamente entre los 400 y 700 nanómetros y a las cuales el ojo humano es sensible.

La luz utilizada para el proceso de polimerización debe estar situada dentro de este rango, energía de longitud más baja a la visible es absorbida por el tejido y producen daños a nivel celular, del otro lado energía de longitudes más altas a la visible, no producen daño significativo a los tejidos, pero no son adecuadas ya que existen muchas fuentes productoras de esta energía en el ambiente, como son las ondas de radio, TV, etc.<sup>8</sup>

La parte del espectro electromagnético que afecta al ojo incluye las longitudes que van desde la ultravioleta (longitudes de onda de 100–400 nm) a infrarroja (longitudes de onda de 760–10,000 o más nm) y la luz visible se encuentra en el centro de este espectro (400–760 nm). La luz visible se puede denominar además azul (longitud de onda corta), verde (longitud de onda media) y rojo (longitud de onda larga) de acuerdo con el espectro de absorción máxima de las células del ojo humano (Santini, 2012).<sup>9</sup>

Las lámparas de luz halógena emiten una luz visible de 400 a 500 nm y ésta es producida a causa del calentamiento de filamentos de tungsteno a 2.727 grados centígrados.<sup>6</sup>

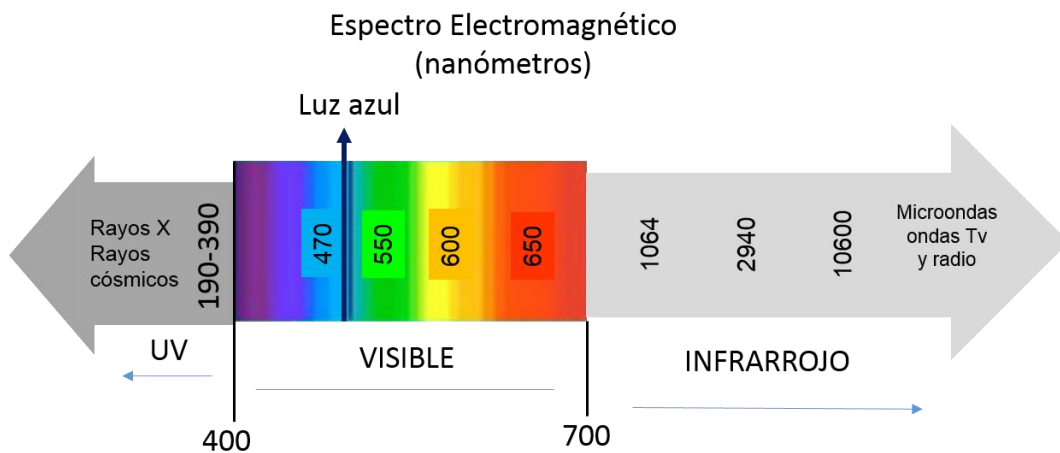


Fig. 9. Espectro Electromagnético (nanómetros).<sup>14</sup>

Límite de exposición: La norma UNE-EN 62471 clasifica las fuentes de iluminación según el riesgo fototóxico (en el espectro óptico) y de acuerdo al máximo tiempo de exposición permitido, en cuatro grupos de riesgo:

- Riesgo 0 (sin riesgo). Cuando el límite máximo de exposición es superior a 10.000 segundos.
- Riesgo 1 (bajo riesgo). Cuando el límite máximo de exposición está entre 100 y 10.000 segundos.
- Riesgo 2 (riesgo moderado). Cuando el límite máximo de exposición está entre 0,25 y 100 segundos.
- Riesgo 3 (alto riesgo). Cuando el límite máximo de exposición es menor a 0,25 segundos. Real Decreto 486/2010, de 23 de abril.<sup>15</sup>

Los ojos detectan y focalizan la luz hasta la retina. Para protegerse frente a fuentes visibles excesivamente brillantes disponen de mecanismos de aversión (constricción de la pupila, parpadeo, lagrimeo, etc.) El tiempo medio de estas respuestas de aversión es de 0,25 segundos. En función de la longitud de onda, la radiación óptica se absorbe en los diferentes tejidos del ojo. La córnea y la conjuntiva absorben la mayoría de las longitudes de onda por debajo de 300 nm, el cristalino absorbe la radiación

infrarroja C (IRC), radiación ultravioleta (UVA), radiación infrarroja B (IRB) y la retina el visible y la radiación infrarroja A (IRA) (figura 9).<sup>6</sup>

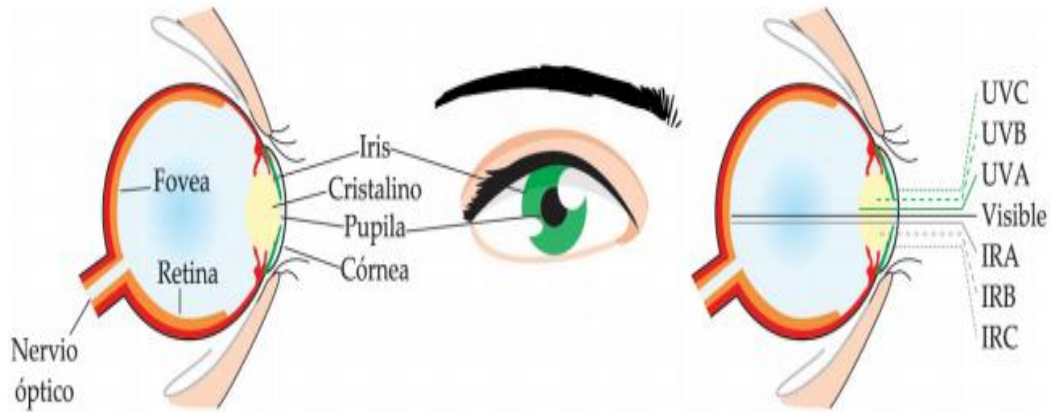


Fig. 10 Penetración de las radiaciones ópticas (RO) en función de la longitud de onda.<sup>6</sup>

## 2.2 Luz Halógena.

La Luz Halógena, es una radiación utilizada en odontología que tiene un rango amplio de longitud (de 400 a 500 nm) el color de esta radiación es Azulado, su acción específica es activar a la canforoquinona que es una sustancia química fotosensible a la luz en esta longitud de onda específica y que está presente en una gran parte de las resinas compuestas que se ofrecen en el mercado, al ser activada se da el proceso de polimerización. Todas las radiaciones tienen un nivel de carga eléctrica el cual es un elemento muy importante a considerar, pues a partir de ahí se podrá deducir el posible efecto latrogénico de la radiación y sus posibles efectos colaterales con respecto a las estructuras orgánicas y los posibles riesgos de su aplicación.<sup>16</sup>

La luz halógena produce daño ocular, al poseer un rango de longitud de onda no atenuado por los filtros naturales del ojo. Actualmente no se le ha dado la trascendencia que merece el efecto nocivo producido y tampoco existe protección adecuada para los pacientes.<sup>10</sup>

### 2.2.1 Características de la luz halógena.

Estas unidades dependen de la producción de luz proveniente de un bulbo que emite luz visible con una salida de 400–500 nm y depende de un sistema de filtrado para definir su rango exacto. Como ventajas de este sistema, es importante mencionar que lleva ya un buen tiempo siendo un standard en la industria dental y que presenta una tecnología de bajo costo.<sup>11</sup>

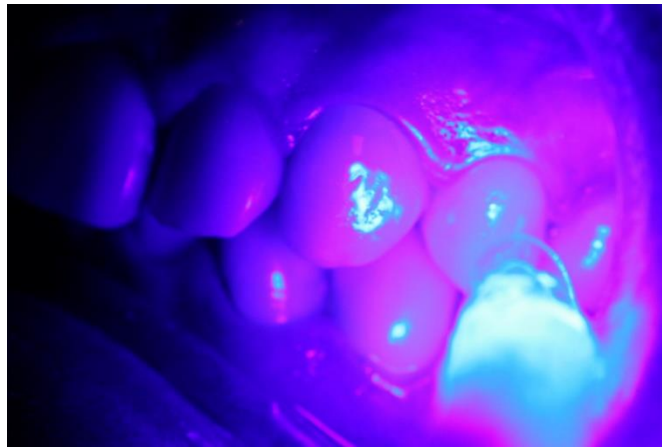


Fig. 11, se observa la luz visible que emite una lámpara de luz halógena.<sup>42</sup>

### 2.2.2 Función / Uso de la luz halógena.

Esta luz se utiliza para ajustar los materiales de relleno activados para producir una reacción de endurecimiento o activación. Hay materiales de restauración dental que vienen en forma líquida o en polvo semi sólido cuando se mezclan y se compactan en la cavidad se activan y comienzan a ajustarse. Otros materiales son fotosensibles ya que dentro de sus componentes se encuentra la canforoquinona. Este hace posible que un elemento de consistencia blanda o líquida, se endurezca. Ejemplo de estos materiales son las restauraciones de resina compuesta o composite.<sup>28</sup>

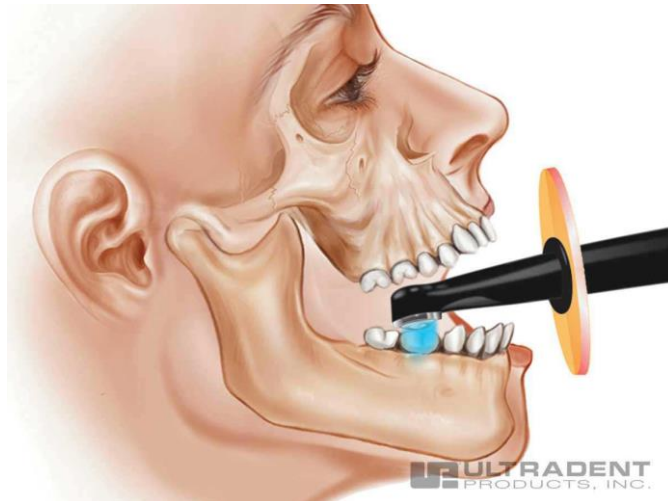


Fig. 12. Lámpara de luz halógena, fotopolimerización de una resina en molar.<sup>43</sup>

### 2.3 Lámpara de fotopolimerización (Luz visible/ Halógena).

Desde mediados de los años ochenta y hasta mitad de los noventa, la principal fuente de iluminación utilizada en el ramo odontológico ha sido la lámpara halógena, la cual ha sufrido una escasa evolución cualitativa durante este período 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. Aún continúan siendo el sistema de referencia. Presentan en su base una fuente luminosa tradicional, halógena, con un filamento introducido en un bulbo de vidrio. Para evitar la degradación precoz del filamento por oxidación, el bulbo está lleno de un gas noble.<sup>17</sup>

Como se ha indicado, la luz emitida se concentra con ayuda de un reflector y es conducida por un haz de fibras ópticas hacia la punta del conductor óptico. Las longitudes de onda no deseadas se eliminan mediante la interposición de filtros específicos.<sup>17</sup>

En la mitad de los años noventa aparecieron las halógenas denominadas “programables”, que permitían la obtención a partir de la fuente luminosa de una potencia variable, tanto de emisión (en mili vatios) como de tiempo (con tiempos más o menos prolongados en segundos). Ello permite que el profesional clínico pueda, por una parte, dosificar la energía total necesaria para prolongar las fases de gelificación del material resinoso de restauración y, por otra, convertir dicho material de forma que adquiera características físicas idóneas y duraderas.<sup>17</sup>



Fig. 13. Lámpara de luz halógena.<sup>29</sup>

### 2.3.1 Características de la lámpara de fotopolimerización.

Lámparas Halógenas: Son lámparas de tipo "incandescente", es decir, su luz es emitida por un filamento de Volframio puesto en incandescencia por el paso de corriente. 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>18</sup>

Generan una luz blanca intensa que deberá ser filtrada mediante la interposición de un filtro óptico que permita obtener una luz azul que incluirá 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 fotopolimerización.<sup>18</sup>

El espectro de emisión de estas lámparas es de 360-500 nm, con pico energético en los 460 nm. En función de su potencia lumínica pueden subdividirse a su vez en 2 tipos:<sup>18</sup>

- Halógenas Convencionales: Densidad de potencia (potencia lumínica por unidad de superficie) de 350-700 mW/cm<sup>2</sup>.
- Halógenas de Alta Densidad de Potencia: Densidad de potencia mayor de 700 a 1700 mW/cm<sup>2</sup>, que se consigue mediante el uso de bombillas más potentes o puntas "turbo" que enfocan y concentran la luz en un área más pequeña que por tanto recibirá una mayor densidad lumínica.

Son lámparas de cuarzo de tungsteno, en este tipo de lámparas la luz es emitida por un filamento generando una luz blanca que pasa a través de un filtro transformando la luz en una luz azul capaz de activar las



canforoquinonas de los materiales odontológicos. De este proceso se genera la liberación de calor producto del 95% de la luz que son rayos infrarrojos, es por esto que traen incorporado a su estructura un ventilador mecánico para disipar el calor. Para la mayoría de los composites o resinas compuestas su fotoactivador es la canforoquinona cuyo pico de excitación ronda lo 460nm. Por lo que estas lámparas trabajan los composites sin problemas.<sup>30</sup>



Fig. 14 lámpara luz halógena, fotopolimerizado.<sup>31</sup>

### 2.3.2 Composición.

#### Lámpara Halógena.

Contiene:<sup>12</sup>

- **BOMBILLO** (generador de Luz Halógena.)
- **FILTRO** (genera la luz azul apropiada.)
- **FIBRA ÓPTICA** (dirige la luz al sitio operatorio.)

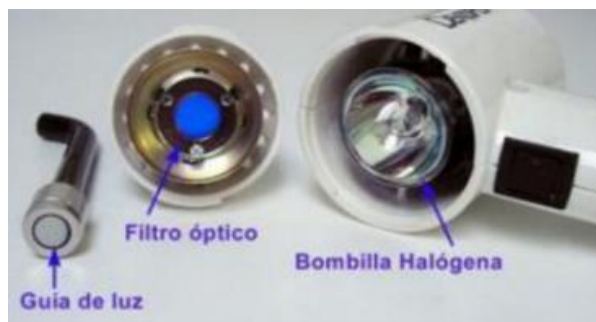


Fig.15. Partes de lámpara halógena.<sup>12</sup>

### 2.3.3 Función / Uso En Odontología.

Las lámparas de fotopolimerización o fotocurado son una herramienta ampliamente usada en la odontología moderna, se utilizan para endurecer (polimerizar) materiales restauradores tras sufrir un proceso de foto activación y como agentes aceleradores en blanqueamientos dentales.<sup>30</sup>

## Capítulo 3 Fotorretinitis.

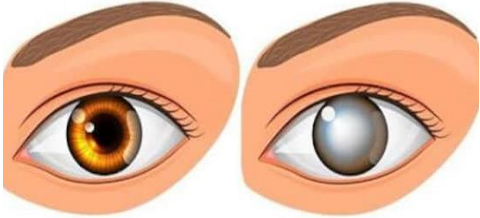

En un estudio realizado por el Dr. Juan Antonio Carrión Bolaños sobre los riesgos en salud de los profesionales de Odontología. El principal peligro de la luz visible es la producción de fotorretinitis, lesión irreversible caracterizada por la inflamación de la retina, que se genera al cabo de los años de trabajar con la lámpara de polimerizar. Es importante trabajar sin mirar directamente a la luz y utilizar filtros naranjas en las salidas de la fuente de luz.<sup>19</sup>

### 3.1 Concepto de Fotorretinitis.

Según Ham (1989) la fotorretinitis es una lesión fotoquímica de la retina por luz azul (riesgo asociado principalmente con la luz azul de 400 nm a 550 nm de longitud de onda). Esta lesión se denomina comúnmente fotorretinitis por “luz azul” y una forma especial de ella recibe el nombre de retinitis solar debido a la fuente que la produce. La retinitis solar se denominaba “ceguera de los eclipses” con la correspondiente “quemadura retiniana”. Sólo en los últimos años se ha descubierto que la fotorretinitis obedece a un mecanismo de lesión fotoquímico consecutivo a la exposición de la retina a longitudes de onda cortas del espectro visible, concretamente la luz violeta y azul.<sup>20</sup>

La fotorretinitis da lugar a puntos ciegos que son áreas de pérdida de la visión que pueden ser temporales o irreversibles ya que si se localizan en la fovea pueden evolucionar hacia una pérdida de agudeza visual considerable. El intervalo de longitudes de onda entre 435 y 440 nm es el más perjudicial, por lo que a este riesgo se le conoce como riesgo por luz azul.<sup>6</sup>

### 3.2 Características clínicas de la fotorretinitis.

<p style="text-align: center;"><b>Ceguera transitoria.</b> <sup>32</sup></p>  <p style="text-align: center;"><b>Antes                  Después</b></p>	<p>Pérdida de la visión de manera fugaz, temporal y repentina. Se caracteriza por realizarse en solo en ojo y puede deberse a la falta de riego de sangre o a la ausencia temporal de la circulación de la sangre en la retina de uno de los ojos.<sup>32</sup></p>
<p style="text-align: center;"><b>Persistencia de la imagen visual.</b></p>	<p>Persistencia retiniana es una característica de nuestro ojo que provoca que las imágenes que observa nuestra retina no se borren instantáneamente. La persistencia retiniana es un característica de nuestros ojos que hace que en el cerebro queden guardadas por un instante, las imágenes que vemos.<sup>33</sup></p>
<p style="text-align: center;"><b>Escotoma.</b> <sup>34</sup></p> 	<p>Se denomina escotoma a una alteración de la vista que genera zonas de ceguera o disminución en el campo visual; también se les llama puntos ciegos o “agujeros oscuros” que aparecen por diferentes causas, comúnmente son pasajeros, pero pueden llegar a ser permanentes según sea su origen.</p> <p>En la mayoría de los casos, los escotomas son resultado de lesiones en el nervio óptico.<sup>35</sup></p>

<p><b>Pérdida de agudeza visual.</b><sup>36</sup></p> 	<p>Según la definición de la Organización Mundial de la Salud la "Baja Visión" es la pérdida de agudeza visual y/o campo visual que incapacita para la realización de las tareas de la vida diaria (cocinar, leer, escribir, coser, ver la TV, andar, etc.).<sup>37</sup></p>
<p><b>Deslumbramiento.</b> <sup>38</sup></p> 	<p>El deslumbramiento se produce cuando la vista es expuesta a una cantidad de luz mayor a la que la retina está acostumbrada a adaptarse.</p> <p>Las consecuencias frecuentes del deslumbramiento son el entrecerrar de ojos, la tensión y fatiga ocular y, en ocasiones extremas, el deslumbramiento puede provocar ceguera temporal.<sup>38</sup></p>
<p><b>Déficit cromático.</b><sup>39</sup></p> 	<p>La visión cromática mala o deficiente es la incapacidad de distinguir la diferencia entre determinados colores, aunque el color aún se percibe.<sup>40</sup></p>

Tabla 3. Características clínicas de fotorretinitis. Elaboración propia. <sup>21, 13</sup>

## Capítulo 4 Prevención / Bioseguridad.

### 4.1 Normas para la prevención de riesgos en la salud y manejo

Correcto de la lámpara de fotocurado.<sup>15</sup>

Tomada de (Prevención de Riesgos Laborales en Odontoestomatología, 2003)

De acuerdo a lo expresado en el manual Smartlite PS- Spectrum 800.

- ❖ Las personas cuyos antecedentes - indiquen reacciones foto biológicas (incluyendo personas con urticaria solar o protoporfiria eritropoyetica, o que estén tomando medicamentos foto sensibilizadores incluso methox ipsoralen – 8 demeticlotetraciclina) no deben exponerse a la luz de la lámpara.
  
- ❖ Si el paciente tiene un marcapaso artificial, no utilice el equipo de fotocurado.
  
- ❖ Las personas operadas de cataratas son especialmente sensibles a la luz y por lo general no deben exponerse al uso de la lámpara, a menos que se tomen las debidas precauciones.
  
- ❖ El uso de la lámpara se lo realiza usando lentes de protección apropiados durante la operación de la Lámpara de Fotocurado, (tanto para paciente como para el profesional). “Estas gafas de protección deben cumplir con las especificaciones del Instituto Nacional de Normas de Estados Unidos (American National Standars Institute – ANSI) Z87.1.

Este estándar obliga a que el monograma del fabricante aparezca en cada lente y a que “Z87” aparezca en todas las partes integrantes.” Para reducir lesiones oculares ANSI Z87. Indica que la transmisión de la luz de fotocurado deberá ser inferior a la transmisión reflejada, excepto en lentes

claros. Todos las gafas o filtros de protección ocular deberá seguir estas normas estándares. Aspectos a considerar: <sup>15</sup>

- No encienda nunca la lámpara si se ha retirado la fibra óptica del aparato (tanto led como halógena).
- No mire directamente a la luz emitida desde la punta del equipo.
- Nunca aplicar la luz directamente sobre un tejido blando desprotegido, dado que esto podría producir daño o irritación.
- No dirigir la lámpara a los ojos, la intensidad de luz es alta y puede causar daño a la retina.
- Exámenes oculares periódicos.



Fig. 16 Gafas de protección para polimerización.<sup>41</sup>

Los pacientes, operadores y técnicos odontológicos deben usar siempre una protección ocular apropiada.<sup>18</sup>

## 4.2 Barreras de protección.

Por lo tanto las RECOMENDACIONES en el momento de trabajar con lámparas de fotocurado son: <sup>6</sup>

- Evitar mirar la luz por completo.
- Cubrir la zona en donde se va a trabajar con un objeto oscuro sin utilizar ninguna parte de su cuerpo.
- Cubrir la luz con la cara reflectante de un espejo bucal de manera que el exceso de luz azul, se refleja nuevamente hacia la zona de polimerización mejorando el fraguado.
- Puede utilizarse una servilleta doblada para cubrir campos operatorios mayores o con múltiples luces y por el reflejo a través de la servilleta se percibe si la luz refleja o no.
- Usar gafas o filtros de seguridad que se encuentren en buen estado. Utilizando las gafas para enfocar el punto a polimerizar y luego retirar la mirada, además se debe tener en cuenta que las lentes deben cubrir completamente la órbita y que debe ser utilizado en cada procedimiento con emisión de luz azul.

El profesional debe verificar la efectividad del filtro de la siguiente manera:

- Colocando una pequeña cantidad de resina compuesta sobre una lámina de papel, poner sobre la resina la lente correspondiente, después debe colocar la punta de la unidad de fotocurado y activarla por 30 segundos. La resina no debe polimerizar si el filtro es realmente efectivo.
- La distancia entre la fuente lumínica y el ojo del operador debe ser de 25 cm aproximadamente.
- Recomendar al paciente y acompañantes que cierren los ojos durante el procedimiento.



- El uso frecuente del radiómetro es importante para evaluar la potencia de la emisión de luz y así cambiar la fuente si es necesario.
  
- ✓ Si se usan lentes protectoras amarillas, tras quitárselas, se tarda de 2 a 6 minutos en recuperar la percepción normal del color y este hecho se debe tener en cuenta para la habilidad del operador de apreciar los resultados estéticos de la restauración realizada.<sup>22</sup>

## Conclusiones.

- En la Norma Oficial Mexicana no se estipula el uso adecuado de la lámpara halógena de fotocurado para la prevención del daño en la retina, por lo cual es necesario consultar al Instituto Nacional de Normas de Estados Unidos (American National Standards Institute – ANSI Z87.1.) para poder obtener mayor información acerca del cuidado y prevención para no causar daño en la retina.
- El mal uso / manejo de las lámparas de fotopolimerización en este caso las halógenas tienen gran repercusión en nuestro órgano de la visión principalmente en la retina.
- La fotorretinitis es la inflamación de la retina por exposición a la luz halógena la cual puede ser irreversible si se toman las medidas de prevención necesarias tanto para el profesional como para nuestros auxiliares de la salud.
- La mejor forma de cuidar a nuestros pacientes es seguir un protocolo de seguridad el cual consta de la utilización de las gafas con filtros de protección ocular apropiada.
- Las medidas estrictas que deberán realizar los estudiantes y operadores de la salud son: evitar mirar la luz sin protección ocular, cubrir la zona a trabajar con un objeto oscuro sin utilizar alguna parte del cuerpo, usar gafas o filtros de seguridad en buen estado en cada procedimiento que implique la emisión de luz azul.
- La visión es un órgano de gran importancia el cual debe incluir cuidados para mejorar nuestra salud ocular, los podemos encontrar en: Vitaminas (A, B, C, D, E), Zinc en alimentos (ostras, carnes rojas, hígado, levadura de cerveza, o chocolate negro) y Selenio (pescado, atún, frutos secos).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. May, Ch, Y Allen J H. Manual de las enfermedades de los ojos. Barcelona: Salvat; 1979. Pp. 380.
2. Universidad De Sevilla. Cap II: El ojo humano. Pp. 11-12  
<http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/12018/fichero/Memoria%252F5+-+El+ojo+humano.pdf>
3. Salder Thomas W. Langman. Embriología medica 13e. Lippincott Castellano. 2016.  
<https://www.studocu.com/es-mx/document/universidad-nacional-del-litoral/histologia-y-embriologia/resumenes/embriologia-de-ojo/2757648/view>
4. Barone Luis Roberto. Anatomía y fisiología del cuerpo humano. MMIV, CULT. Buenos Aires Argentina. Pp. 136–137.  
<https://clea.edu.mx/biblioteca/Anatomia-y-fisiologia-del-cuerpo-humano.pdf>
5. Leslie Gartner JH. Atlas en Color y Texto de Histología. 6ª ed. PANAMERICANA, 2015. Pp.457.
6. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con las radiaciones ópticas artificiales. Madrid, junio 2015 Pp. 48-49.  
<https://www.insst.es/documents/94886/203536/Guía+técnica+para+la+evaluación+y+prevención+de+los+riesgos+relacionados+con+las+radiaciones+ópticas+artificiales/398e51ba-3a70-473c-9dde-e6eb19e4cd7c>
7. Del Barrio Jmv. Equipamiento En Odontología Universidad Complutense De Madrid; 2010.  
<https://eprints.ucm.es/11651/1/EQUIPAMIENTO101110.pdf>
8. Bilbao B.J, Acosta Prado Carlos .Equipos de Fotocurado. Acta odontologica venezolana. Vol.39 nº2. 2001.  
[https://www.actaodontologica.com/ediciones/2001/2/equipos\\_fotocurado.asp](https://www.actaodontologica.com/ediciones/2001/2/equipos_fotocurado.asp)

9. Alasiri RA, Algarni HA, Alasiri RA. Ocular hazards of curing light units used in dental practice – A systematic review. Saudi Dent J. 2019.vol 31. Pp 174.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1013905218306187>
10. Espeso Nápoles, Nelia; Travieso Gutiérrez, Yusimí; Martínez Padilla, Silvia; Puig Ravinal L. Professionals risk factors in odontology. Rev Arch Médico Camagüey.Vol.6 n°1.2002.  
[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1025-02552002000100002&lng=en&tlng=en#?](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-02552002000100002&lng=en&tlng=en#?)
11. Carrillo Sánchez C. Monroy Pedraza M. Métodos de activación de la fotopolimerización Parte II. Rev la Asoc Dent Mex. 2009. Pp.18-20.  
<https://www.medigraphic.com/pdfs/adm/od-2009/od95d.pdf>
12. M elara Munguía A, Guinot Jimeno F, Arregui Gambús M. Actulización de los diferentes tipos de lámparas de fotopolimerización.Revisión de la literatura. Odontología pediátrica. Madrid. Vol.16 n°3. 2008. Pp. 143  
[https://www.odontologiapediatrica.com/wp-content/uploads/2018/05/123\\_revrevision1.pdf](https://www.odontologiapediatrica.com/wp-content/uploads/2018/05/123_revrevision1.pdf)
13. Robledo Muga F. García Gómez M. Silva Barrera J. Notas explicativas de ayuda al diagnóstico de las enfermedades profesionales. Empleo y Asuntos Sociales. Alemania 1999. Pp. 158  
<https://www.mscbs.gob.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/docs/NotasAyudaDiagEnfProf.pdf>
14. Martinez Regalado Galo X. Evaluacion de la intensidad de luz, temperatura e integridad de las lamparas halogenas de la Facultad de odontologia de la universidad de las americas. 2016 Pp. 11  
<http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/6502/5/UDLA-EC-TOD-2016-37.pdf>

15. Cotacachi Lema Nelly Janeth. "Nivel De Conocimiento Y Aplicación De Normas De Bioseguridad Durante El Uso De La Lámpara De Luz Halógena Y Led En Odontología Restauradora En Estudiantes Que Asisten A La Clínica Integral De La Universidad Central Del Ecuador Período 2015". Universidad Central Del Ecuador Facultad De Odontología; 2016. Pp. 19-20, 48.  
<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/5705/1/T-UCE-0015-257.pdf>
16. Arauzo Sinchez Cj. Intensidad De La Potencia Lumínica Producida Por Las Lámparas Halógenas De Fotopolimerización, Usados En Consultorios Dentales Particulares, De Cuatro Distritos Representativos Del Departamento De Lima En El Año 2009. Universidad Nacional Federeco Villareal; 2009. Pp. 25-26.  
<http://www.cop.org.pe/bib/tesis/CARLOSJAVIERARAUZOSINCHEZ.pdf>
17. Cotacachi Lema N.J. "Nivel De Conocimiento Y Aplicación De Normas De Bioseguridad Durante El Uso De La Lámpara De Luz Halógena Y Led En Odontología Restauradora En Estudiantes Que Asisten A La Clínica Integral De La Universidad Central Del Ecuador Período 2015". Universidad Central Del Ecuador, 2016. Pp. 27-30.  
<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/5705/1/T-UCE-0015-257.pdf>
18. Curiel O. Sarai T. Cumplimiento De Las Normas De Bioseguridad En El Manejo De La Lámpara De Fotocurado Estudio Realizado En Los Alumnos Del 3er Año De La Facultad De Odontología De La Universidad De Carabobo En El Período Lectivo 2007- 2008. Universidad De Carabobo Facultad De Odontología; 2008. Pp. Xxx-Xxxi.,Xxv.  
<http://www.riuc.bc.uc.edu.ve/bitstream/123456789/828/1/CSarai.pdf>
19. Venegas Marín N. Otero Vivanco J.I. Prevalencia De Agudeza Visual En Alumnos De Odontología. Universidad Finis Terrae Santiago Chile. 2016. Pp10-11.  
<http://repositorio.uft.cl/bitstream/handle/20.500.12254/417/Otero-%20Venegas%202016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

20. Knave B. Radiaciones No Ionizantes. Enciclopedia De Salud Y Seguridad En El Trabajo. 1996 Pp. 49.15  
[http://www.santaursula.es/ayto/fileadmin/archivos\\_de\\_editores/Documentos/Medio-Ambiente/mesaredonda/Radiaciones\\_no\\_ionizantes.pdf](http://www.santaursula.es/ayto/fileadmin/archivos_de_editores/Documentos/Medio-Ambiente/mesaredonda/Radiaciones_no_ionizantes.pdf)
21. Organización Internacional Del Trabajo. Documento De Información Técnica Sobre Los Puntos Modificados Y Nuevos Cuya Inclusión Se Propone En La Lista Actualizada De Enfermedades Profesionales Que Figura Como Anexo De La Recomendación Sobre La Lista De Enfermedades Profesionales 2002(#194). Ginebra 2005. Pp. 6  
[https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed\\_protect/---protrav/---safework/documents/meetingdocument/wcms\\_116930.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---safework/documents/meetingdocument/wcms_116930.pdf)
22. Calero J, Castro G, Martínez M. Conocimientos De Bioseguridad Durante El Uso De La Lámpara De Fotocurado En Odontología Estética. Rev Estomatología. 2017. Pp 26.  
<https://pdfs.semanticscholar.org/d881/16b48bc365380eddd4454d1a5feafe3270ed.pdf>
23. Imagen del ojo humano.  
<https://www.econolentes.com.pe/lo-indreible-de-nuestros-ojos/>
24. Decarett F. ¿Cómo funciona el ojo humano? 2015.  
<https://dacarett.com/como-funciona-el-ojo-humano/>
25. Gonzalez R. Capas de la retina.  
<https://es.slideshare.net/Rakelarjona/histo-retina>
26. Clinica oftalmologica. Funcionamiento de la retina.  
<https://www.clinicasnovovision.com/blog/funcionamiento-de-la-retina/>
27. Martin Missfeldt. Imagen CONOS Y BASTONES. 1993.  
<https://www.martin-missfeldt.com/visual-perception-seeing/retina-rods-cone>
28. Coch. ¿Cuál es el uso de la luz azul en el dentista?.  
<http://www.ortodonciacoch.cl/2016/05/cual-es-el-uso-de-la-luz-azul-en-el-dentista/>

29. Lámpara de fotocurado (halógena).  
<https://erp.somuden.es/clinica/articulos/18201100/LAMPARA%20HALOGENA%20CROMALUX%20E%20PLUS>
30. Jiménez Díaz M.T. Lámparas de polimerización. agosto 9, 2016.  
<https://dentpro.es/catalog/blog/lamparas-de-polimerizacion-cual-escooger/>
31. Group D medical. Luz halógena en clínicas dentales.  
<https://dentalmedicalgroup.com/es/2019/01/29/luz-halogena-en-clinicas-dentales/>
32. Ceguera Temporal: Todo lo que necesitas saber sobre ella.  
<https://superatuenfermedad.com/c-enfermedades-de-los-ojos/ceguera-temporal/>
33. Persistencia retiniana.  
<https://meco.blogia.com/2007/050501-la-imagen-en-movimiento-1-.la-persistencia-retiniana.php>
34. Escotomas.  
<https://superatuenfermedad.com/c-enfermedades-de-los-ojos/escotomas/>
35. Escotoma.  
<http://verbien.org.mx/escotoma/>
36. Agudeza visual.  
<https://blog.fiatc.es/ojo-el-estres-puede-afectar-a-tu-agudeza-visual/>
37. Baja visión.  
<https://www.oftalvist.es/es/especialidades/baja-vision>
38. Deslumbramiento.  
<https://opticayortopediapopular.wordpress.com/2014/12/29/deslumbramiento-ocular/>
39. Daltonismo.  
<https://optometristas.org/tratamiento-del-daltonismo>
40. Visión Cromática.  
<https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/poor-color-vision/symptoms-causes/syc-20354988>

41. Gafas Protectoras para Polimerización.

<https://www.dentalcost.es/gafas-protectoras/916-gafas-protectoras-polimerizacion-medicaline.html>

42. Lámpara Halógena.

<https://inspiriadental.com/blog/lamparas-luz-halogena-odontologia/>

43. Fotopolimerizado.

<https://www.medicalexpo.es/prod/ultradent-products/product-74376-654526.html>