



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA IBEROAMERICANA S.C.

INCORPORADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO.

CLAVE 8901-22

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

TÍTULO DE TESIS

**“DAÑOS CAUSADOS A LA VISTA DEL ODONTÓLOGO
POR EL USO DE LA LUZ AZUL DE LA LÁMPARA DE
FOTOPOLIMERIZACIÓN”**

TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

CIRUJANO DENTISTA

PRESENTA:

ABRAHAM MORALES ONOFRE

Asesor de Tesis: Alma Edith Rossel Reza

XALATLACO, ESTADO DE MÉXICO 2020



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.

DEDICATORIAS

A Dios

Por mi vida. Por hacer de mí un ser inteligente y sabio y porque gracias a éstas herramientas, adquirí los conocimientos necesarios que pronto pondré al servicio de mis pacientes.

A mis Padres

Por educarme y estar a mi lado en cada momento de mi vida. Por haber forjado la persona que soy y acompañarme en cada uno de mis logros y fracasos. Por formarme con disciplina, valores y la capacidad de tomar decisiones para alcanzar mis sueños. “Gracias mamá y papá”.

A mis Hermanos

Por su paciencia, apoyo incondicional, motivación y buenos deseos, éste logro también es suyo.

Bicho Salvaje

Tu ayuda ha sido fundamental, has estado conmigo incluso en los momentos más turbulentos. Este proyecto no fue fácil, pero estuviste motivándome y ayudándome hasta donde tus alcances lo permitían. Te lo agradezco muchísimo, Amor.

AGRADECIMIENTOS

Padre Roberto Ramírez Delgado

Gracias Padre por las veces que me pregunto por la escuela, por sus palabras de apoyo y sus grandes consejos en estos años de preparación académica. Pido a Dios por usted, que lo conserve con muchos años más, para que como a mí me motivo, continúe motivando a más jóvenes a ser profesionistas.

Metodología de la investigación

Tema o área en que se ubica la investigación

- Odontología
- Oftalmología

Título del trabajo de investigación

“Daños causados a la vista del odontólogo por el uso de la luz azul de la lámpara de Fotopolimerización”

Justificación del tema de investigación

En Odontología lo que siempre está buscando como objetivo principal es el mantener y proporcionar una mayor calidad de vida a los pacientes en sintonía con la prevención de enfermedades, evitar el dolor, ofrecer una eficiente masticación y mejorar el hablar y la estética. *Jenny A (2004)*

Para poder cumplir con mucho de los objetivos se requiere el reemplazo o alteración de las estructuras bucodentales, por lo que durante siglos se ha fomentado el desarrollo y la selección de materiales que sean compatibles de manera biológica para poder resistir al medio bucal. *Phillips. Ralph. W (2004)*

Los materiales con mayor antigüedad y uso en la práctica odontológica son los metales, cerámicas, polímeros y resinas compuestas.

Cuando se crea un material de restauración el principal objetivo es proporcionarle características de biocompatibilidad a la estructura dental, ser capaz de soportar los medios bucales como lo es la humedad y al mismo tiempo darle dureza y fundamento estético.

Uno de los materiales con mayor auge en la historia son las resinas ya que es uno de los materiales en utilizar la luz como fuente activadora. Con el paso de los años se han descubierto diferentes tipos de fuentes de luz con el fin de buscar mayor eficacia en los materiales dentales. Ya muchos materiales están adoptando la foto activación con la finalidad de hacer más práctico los tratamientos.

- La fuente de luz inicial fue la ultravioleta pero fue por un tiempo corto ya que provocaba reacción en la piel como lo son las quemaduras. Posteriormente surgieron otras fuentes de luz como lo son:

- Lámparas Halógenas
- Lámparas de arco plasmático
- Lámparas láser
- Lámparas led

Estas lámparas por la intensidad de las longitudes de onda que permite que foto polimerice las resinas, se han realizado estudios que ponen en un criterio de preocupación ya que pocos o quizá nadie sepa de las causas por las que pueda provocar daño en la visión por el uso de la misma. Lo que pretendo es dar una alerta para que los conocidos daños por la lámpara por el uso indebido no sean enlistados a más riesgos a los que estamos en constante contacto los Odontólogos.

Pregunta de investigación

¿Es posible determinar el daño que causa la luz azul de la lámpara de foto polimerizado e innovar medidas para prevenirlo?

Los materiales de restauración han sufrido muchos cambios en su estructura por lo largo de los años con el fin de buscar mejores formas de manipulación y tratar de buscar la mejor similitud a las estructuras dentales.

Uno de los materiales que han tenido una aceptación exitosa son las resinas por sus características las cuales son que por acción de la luz pueda realizar su activación.

Al principio las resinas comenzaron con la utilización de la luz ultravioleta pero al ver que esta luz provocaba alteraciones en la mucosa, poca penetración de la luz para poder activar la resina se decidió ir en busca de nuevas fuentes de luz.

Durante muchos años se fueron implementando nuevas fuentes de luz. Fue hasta mediados de los años 70 cuando se utilizó la lámpara de luz halógena

convencional que al final de los años 80 y principios de los 90 se dieron cuenta que provocaba contracción en los primeros segundos, micro filtración y sensibilidad post operatoria. *Alain Manuel Chaple Gil (2016)*

Posteriormente se cambió a la lámpara de arco de plasma el cual tiene un rango de 460 a 480nm por lo que se pensó que era más eficaz que una lámpara de halógeno convencional. Estas lámparas se realizaron con el fin de reducir tiempos de exposición y llevar a cabo una polimerización más profunda.

Las lámparas de arco de xenón presentan una longitud de onda de 460 a 480 nm. La química de las resina y el grosor de la capa son factores al polimerizar con este tipo de luz.

Actualmente las lámparas de polimerización emiten una luz azul de alta energía que provoca el fraguado de las canforoquinonas de las resinas compuestas formando radicales libres que son las comienzan la reacción de polimerización.

En múltiples estudios realizados en monos con la luz azul resulta dañina para la retina.

Diferentes Autores afirman que la luz forma en los ojos radicales libres reactivos que al igual que las resinas reaccionan con el agua de las células que forma peróxido de las células visuales de la retina. *Arias (1993)*

Justificación del problema

El tema del daño por la utilización de la luz Azul de la lámpara de fotopolimerización es de suma importancia en la práctica profesional ya que es uno de los instrumentos más utilizados en la colocación de resinas en operatoria dental o prótesis fija.

Con este tema se busca que todo odontólogo sepa de los riesgos al utilizar la polimerización, ya que no se conocen en su totalidad los daños y no se convierta en un riesgo más como lo son los rayos x, el mercurio, las malas posiciones del operador.

Dentro de la profesión odontológica se ha buscado por muchos años la información y los conocimientos posibles para constatar que el daño por la luz azul (visible) está provocando efectos nocivos cuando es utilizada de manera inadecuada. En la mayor parte de la investigación sea utilizado al mono rhesus como fuente principal para las pruebas con las lámparas ya que sus ojos son mucho más similares que el humano. Como parte también de la investigación se tomara en cuenta el tipo de lámpara para poder establecer una comparativa y de acuerdo con las intensidades de las longitudes de onda sabremos la magnitud de daño por la cual podemos estar expuestos en cada una de las consultas en la que utilizamos la lámpara de fotopolimerización.

Muchos factores de carácter biológico y físico influyen en el organismo y pueden provocar una lesión en la retina, entre los cuales encontramos:

Biológicos: La susceptibilidad varias partes de la retina, temperatura corporal, exposición continua o intermitente a la luz, pigmentación, edad, diferencia por especie, remoción o no de catarata

Físicos: Diferentes longitudes de onda, adaptación a la oscuridad y la tasa de irradiación

Diseño del estudio

Se realizará un estudio de transeccional exploratorio

Este estudio nos permite conocer una variable, evento o situación. Se trata de realizar un estudio en un problema de investigación nuevo o poco conocido que ayudara a que se formen nuevos diseños y establecer una investigación más sólida sobre las bases de este primer acercamiento o comenzar un estudio que indague a más individuos. Sampieri Hernández Roberto, (2014)

Objetivo de estudio

Objetivo General

Analizar el daño en la vista del Odontólogo que genera a luz azul de la lámpara de foto polimerización.

Objetivo Especifico

- Identificar los daños provocados por la luz azul de la lámpara de fotopolimerización.
- Aportar información a los colegas sobre los daños que causa la luz azul de la lámpara de foto polimerizado
- Proponer medidas de protección ocular durante el manejo de la lámpara de fotopolimerización.
- Concientizar a los odontólogos de cómo utilizar de la lámpara de foto polimerización en consulta.

Hipótesis

Cuando la odontología se estableció como parte de la ciencia de la salud siempre se ha enfocado en la actualización de los procedimientos en la atención odontológica al igual que los materiales para la restauración de las estructuras dentales. Las resinas fueron uno de los materiales que inicio con la utilización de luz para realizar su activación. Muchos más materiales han adoptado esta función, estos materiales son: ionomeros de vidrio tipo I, sellador de fosas y fisuras, resina Dual, etc. *Phillips. Ralph. W (2004)*

Hi: El uso frecuente de la luz azul de la lámpara de Fotopolimerización en la práctica odontológica causa daño en la vista.

Ho: No causa ningún daño a la vista la luz azul de la lámpara de Fotopolimerización en la práctica odontológica.

Variables

Variable independiente

- Frecuencia de uso de la lámpara de Foto curado
- Manejo de los materiales Fotopolimerizables

Variable Dependiente

- Cantidad de tratamientos realizados durante un día con una lámpara de fotocurado
 - Marca de lámpara de fotocurado utiliza
 - Las barreras de protección que se utiliza en los tratamientos
 - Tiempo de exposición
 - Edad del odontólogo
 - Años de práctica del odontólogo

Delimitación del problema

Esta investigación se pretende compartir con los compañeros odontólogos, con la finalidad de dar una alerta pero también concientizar sobre los riesgos a los que estamos expuestos si de manera inadecuada utilizamos la lámpara de foto polimerización a la hora de realizar un tratamiento en nuestro consultorio y prevenir que sea un riesgo más a la salud, además de lo ya existentes como lo son: los rayos x, el mercurio y las malas posiciones del operador.

Para lograr esta investigación se realizará con el Diseño de transeccional Exploratorio

Este estudio nos permite conocer una variable, evento o situación. Se trata de realizar un estudio en un problema de investigación nuevo o poco conocido que

ayudara a que se formen nuevos diseños y establecer una investigación más sólida sobre las bases de este primer acercamiento o comenzar un estudio que indague a más individuos. *Sampieri Hernández Roberto, (2014)*

Muestra

Se realizara un por medio de un cuestionario a los Odontólogos titulados y pasantes del Municipio de Ocoyoacac, Estado de México.

Instrumentos de evaluación:

Para la reunión de la información

De acuerdo a las respuestas obtenidas en el cuestionario aplicado a los odontólogos ubicados en Ocoyoacac

Criterios de inclusión

- Odontólogos que deseen participar en el estudio
- Odontólogos recién egresados de la licenciatura
- Odontólogos de 1 a 30 años de práctica Odontológica

Exclusión

- Odontólogos que no deseen participar en el estudio
- Odontólogos con algún problema visual severo (carnosidad, Glaucoma, hipermetropía, etc.

ÍNDICE

Metodología de la investigación	4
Introducción	14
Capítulo I El ojo	16
1.1 Embriología y Anatomía del ojo	17
1.2 Anatomía del Globo ocular	18
1.3 Topografía de la Retina	21
1.4 Estructuras accesorias del ojo	25
1.5 Fisiología del ojo	27
1.6 Formación de Imágenes	32
Capitulo II Naturaleza de la luz	34
2.2 Definición de luz	35
2.3 Espectro Electromagnético	36
2.4 Radiación ultravioleta	39
2.5 Radiación Infrarroja	40
2.6 Luz Azul	41
Capitulo III Fotopolimerización	43
3.1 Historia de las lámparas de Fotopolimerización	43
3.2 Historia	43
3.3 La luz halógena convencional	44
3.4 Lámpara de arco de plasma	46

3.5 Lámpara de arco de xenón.....	46
3.6 Lámparas de polimerización láser.....	48
3.7 Lámparas Led.....	49
3.8 Materiales que utilizan fuente de luz.....	50
3.9 Resinas	51
3.9 Sellador de fosas y fisuras	53
3.10 Ionomeros de vidrio.....	54
3.11 Forros Cavitarios	57
3.12 Resina Dual	58
Capitulo IV Daños en la visión por la luz Azul de la lámpara de fotopolimerización	60
4.1 Fotopolimerización en la práctica Odontológica	60
4.2 Fotoretinitis aguda	66
4.3 Degeneración macular	67
4.4 Fotoqueratitis	69
4.5 Cataratas.....	71
4.6 Disminución de la Agudeza Visual	72
4.7 Efecto Acumulativo.....	62
4.8 Desnaturalización de los Fotorreceptores.....	64
4.9 Quemaduras retíales	65
Capítulo V Protección Ocular.....	74
Capítulo VI Lámparas utilizadas en Odontología	77
7.1 MARCO METODOLÓGICO	80
7.2 NATURALEZA DE LA INVESTIGACIÓN.	80
7.3 MATERIALES Y MÉTODOS	81

7.4 POBLACIÓN Y MUESTRA	82
7.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	82
CUESTIONARIO.....	82
.....	82
ANALISIS DE RESULTADOS.....	83
DISCUSIÓN	96
RESULTADOS	98
ANEXOS	103
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	106

Introducción

Con la creación de las resinas compuestas fotopolimerizables a principio de los años 70° aparecieron al mismo tiempo las lámparas de fotocurado o fotopolimerización. Desde entonces no se conciben restauraciones con composite donde no estén presentes estos equipos, considerados una de los mayores adelantos para la odontología contemporánea.

Las modalidades de fotocurado han cambiado mucho en los últimos 30 años con el desarrollo de diferentes tipos de fuentes de polimerización como la lámpara halógena, la lámpara de arco de plasma, la lámpara laser y la lámpara de luz emitida por diodos; sin embargo, los ojos de los profesionales corren el riesgo de sufrir daños oculares acumulativos, principalmente debido a la reflexión de la luz azul.

Inicialmente se trataba solamente de lámparas que emitían una luz de rayos ultravioleta no visibles, pero que rápidamente fueron desplazadas por los sistemas de luz azul visible que hoy conocemos. En la actualidad, las lámparas de fotocurado han evolucionado variando su espectro de luz, su forma ergonómica y su potencia de polimerización, en busca de una mejoría en la calidad de fotocurado de las resinas, las cuales indiscutiblemente constituyen hoy en día uno de los materiales más importantes en Odontología , pues ofrecen adhesión y estética a la vez.

Aparte de las resinas, hay materiales que utilizan ya la luz azul como fotoactivador como los ionómero, selladores de fosas y fisuras, linner o protector pulpar; por lo que este estudio trata de demostrar si es posible los daños en la visión por la utilización de la lámpara de fotopolimerización ya que a pesar de los años puede haber algún daño ya sea por la exposición prolongada, al no utilizar las barreras de bioseguridad, el reflejo de la luz, la longitud de onda sea más elevada provocando daño.

Por lo que se pretende dar a conocer a los profesionales Odontólogos que puede haber daño al utilizar la lámpara de fotopolimerización en la práctica odontológica.

Este estudio trata de alguna forma dar un estado de alerta a los profesionales y que la utilización en los tratamientos con materiales fotopolimerizables no se enlisten a problemas como el mercurio, rayos x, las malas posturas.

Capítulo I El ojo

Introducción

Para abordar este tema es importante recordar que; debido al daño provocado por la luz ultravioleta sobre el tejido cutáneo y el sentido de la vista, las resinas compuestas polimerizables fueron las primeras en ser usadas pero con ciertos cuidados y precauciones a pesar de poder generar ciertos efectos secundarios y algunos odontólogos no considerarían segura su utilización. *Arias (1993)*.

Años más tarde y sabiendo ya de las posibles afectaciones por la luz ultravioleta, las resinas polimerizables por luz halógena o visible tuvieron gran aceptación ya que ni por un momento se pensaría que la luz azul podría provocar algún daño o lesión en el cuerpo.

Como podemos darnos cuenta, el daño o lesiones, son irreversibles más para el profesional, como dice Arias, los efectos secundarios depende de los cuidados y precauciones que muchos odontólogos no hacen y es a causa de tener poco conocimiento de dichos problemas.

Para tener mayor comprensión del tema vamos a iniciar dando un panorama general sobre todo lo relacionado al globo ocular.

Sabemos que como parte importante de nuestro cuerpo son los sentidos, cada uno de ellos tiene su importancia, en el caso de la vista nos permite su interacción, la habilidad de generar conocimientos y es una forma de comunicación con el mundo.

Así mismo a través de este sentido podemos recibir una gran cantidad de estímulos ya que el ojo tiene un órgano receptor, unas vías transmisoras de los impulsos, los nervios ópticos y un órgano capaz de recibir los estímulos.

En esta investigación se realizara un estudio para saber cómo el ojo es uno de los más afectados por el uso incorrecto de la lámpara de foto polimerización, pero antes de saber los daños y lesiones primero vamos a conocer como está conformado nuestro ojo, y como hace posible el sentido de la vista.

1.1 Embriología y Anatomía del ojo

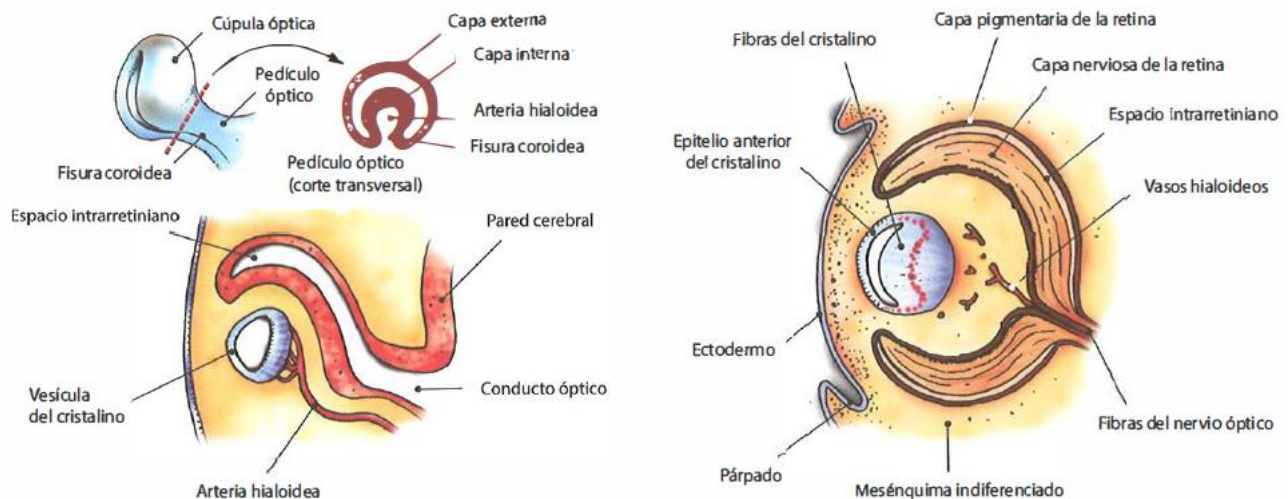
El ojo inicia su formación a los 25 días de vida intrauterina, hacia la octava semana se termina la génesis del esbozo ocular que seguirá su desarrollo y madurez hasta la noveno mes de embarazo.

La retina, el nervio óptico, los músculos esfínter, el dilatador del iris, el epitelio iridiano posterior y el epitelio del cuerpo ciliar pertenecen al neuroectodermo.

De la cresta neural o ectomesénquima se deriva los queratocitos, los fibroblastos esclerales, el endotelio del tabeculum, los estromas coroides, el iridiano, cartilago y huesos.

Del mesénquima o mesodermo derivan los músculos extraoculares y el endotelio vascular.

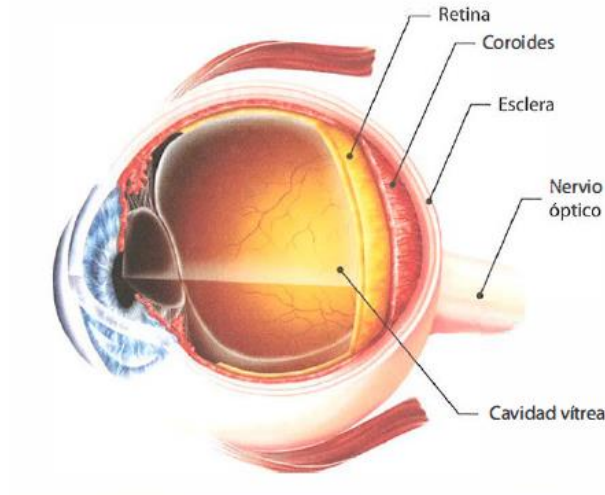
Embriología del globo ocular



Gonzales Martin –Moro (2014)

En cuanto a las capas que lo componen, el globo ocular presenta tres las cuales son externa formada por esclera y cornea, la media o denominada úvea formada por el cuerpo ciliar, iris en su parte anterior y posterior por la coroides y la capa interna que es la retina.

1.2 Anatomía del Globo ocular



Gonzales Martin –Moro (2014)

Además existen tres cámaras, una anterior la cual delimita por delante con la córnea y por detrás con el iris. La cámara posterior esta entre el iris y el cristalino.

Las dos cámaras se unen y forman una estructura llamada pupila el cual contiene humo acuoso. Por último la cámara vítrea se localiza por detrás del cristalino que es a su vez considerada la más voluminosa y la que contiene gel vítreo.

En el siguiente punto vamos a analizar las capas ya antes mencionadas del globo ocular con la finalidad de saber cómo están formadas:

- **La capa Externa** está compuesta por la esclera, la córnea y el limbo. La esclera es de suma importancia ya que es la que cumple con la función de soporte estructural el globo ocular, la episcera se localiza en la parte exterior tiene la característica que es muy vascularizado a diferencia del estroma que está presente en el interior que es avascular y si inervación.

En la parte posterior la lámina cribosa se forma a partir de varios orificios que a su vez dan paso a fibras del nervio óptico y las arterias ciliares posteriores

Junto con la esclera está presente otra estructura conocida como córnea la cual tiene características de ser de un gran poder refractivo en el ojo.

Esta Córnea consta de cinco capas ya específicamente localizadas de afuera hacia dentro de la siguiente manera:

El epitelio que está formado por cinco o seis filas de células estratificada, una membrana de bowman, el estroma que en su estructura presenta el 90% del espesor corneal formando brillas de colágeno regularmente organizadas en sustancias fundamental y queratinocitos dando así terminaciones nerviosas libres y es avascular. Presenta también una membrana de Descemety finalmente un endotelio caracterizado por tener monocapas de células poligonales con escasa actividad mitótica y dando a su vez la capacidad de mantener deshidratada la córnea. La cornea además tiene funciones ópticas y de protección. González (2014).

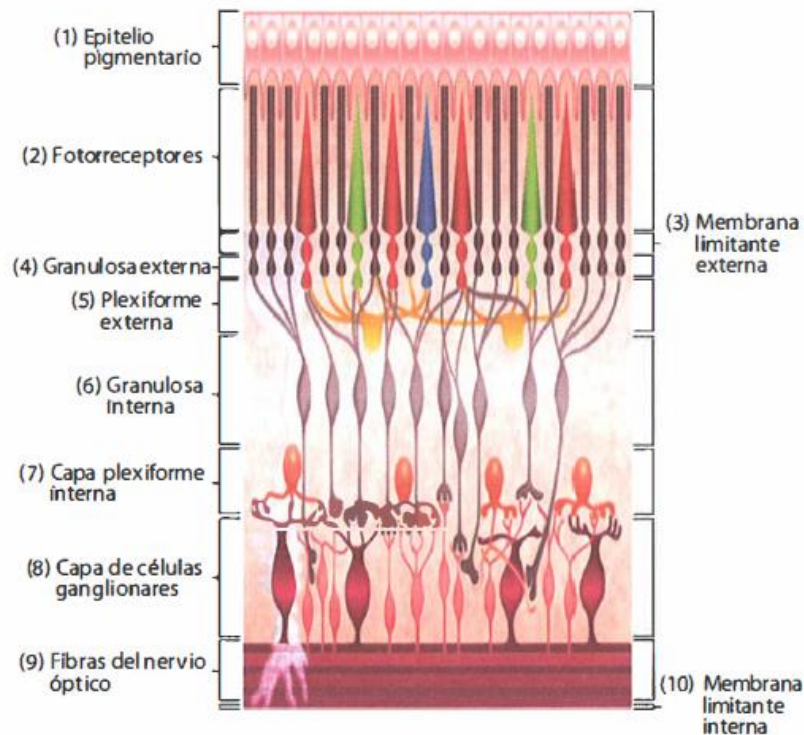
Otra parte de esta capa externa es el limbo que realiza función de transición entre la córnea y la esclera ayudan al drenaje del humo acuoso y presenta células madre del epitelio corneal.

Después **la capa media o úvea** está formada por las úveas posteriores o coroides y por la úvea anterior. La úvea posterior, es sus características, es un manto vascular que se ubica entre la esclera y la retina. Por la parte externa están los grandes vasos coroideos y en la interna se les denomina coriocapilar que ayudan a la nutrición de una parte de la retina.

La úvea anterior está compuesta por el cuerpo ciliar el cual tiene musculo ciliar que hacen posible que el cristalino se acomode y una porción epitelial que hace posible la producción de humo acuoso. La otra estructura es el iris formado de un estroma laxo con células pigmentadas y musculares lisas. La apertura que contiene el iris en el centro se denomina pupila y el diámetro de esta dependerá de la doble inervación que perciben los músculos del iris provocando un efecto dilatador del iris llamado midriasis y el parasimpático que produce el esfínter del iris llamado miosis.

Desde la perspectiva De *González (2014)*, una de las capas con mayor importancia dentro el globo ocular es la interna o la retina la cual transforma la luz en un impulso nervioso. Consta de diez capas organizadas de afuera hacia dentro de la siguiente manera:

Corte Histológico de la Retina



Gonzales Martin –Moro (2014)

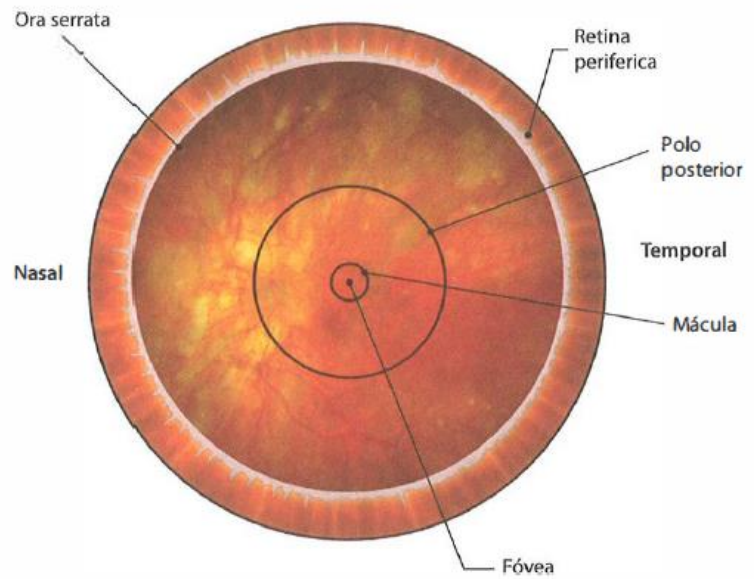
- **Epitelio pigmentario:** es una monocapa de células cúbicas cargadas de melanina
- **Segmentos externos de los fotorreceptores:** los conos son responsables de la visión discriminativa y del color y los bastones discriminan entre la luz y la oscuridad y están en toda la retina repartidos.
- **Membrana limitante externa:** se localiza en los extremos de las células de Müller (células de sostén)
- **Granulosa extrema:** son los núcleos de los foto receptores
- **Granulosa interna:** pertenece a las núcleos de la células bipolares

- **Plexiforme interna** : establece la sinapsis entre la células bipolares y ganglionares
- **Capa de células ganglionares**: es el núcleo de dichas células
- **Capa de fibras nerviosas**: axones de las células ganglionares
- **Membrana limitante interna**: membrana basal muy unida a los procesos de las células de Müller

Topográficamente nuestra retina se divide en

1. Ora serrata la cual es una terminación sensorial de la retina y con 5 mm de festoneado del limbo
2. La retina periférica es una área donde predomina los bastones
3. En la retina central de aproximadamente 6mm de diámetro solo están presentes conos por lo que es la zona de máxima visión.
4. La fovea es una estructura en la cual solo se localiza conos por lo que la mayoría de las capas se apartan para que se puedan estimular los fotorreceptores

1.3 Topografía de la Retina

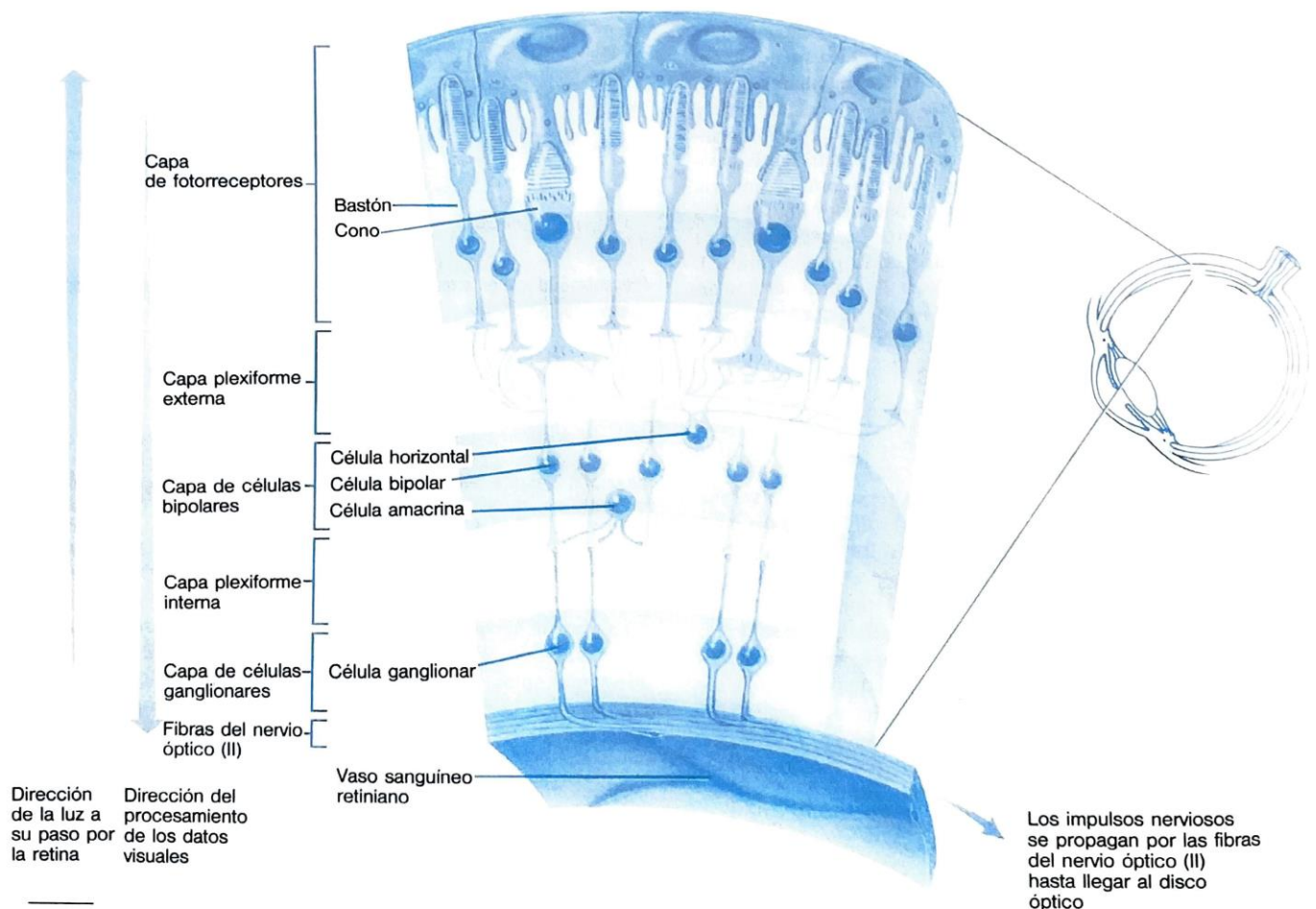


Retomando a *Arias (1993)*. El ojo está conformado por una compleja y basta red de estructuras que hacen posible nuestra visión. Como parte de la descripción tenemos que analizar el contenido del globo ocular para entender mejor sus características

1. **La Esclerótica:** es una membrana de color blanco y consistencia fibrosa la cual tiene como función la protección del resto de las estructuras oculares y en ella se colocan los músculos motores que hacen posible el movimiento del ojo. Por la parte anterior está cubierta por una fina capa o membrana transparente llamada conjuntiva
2. **Úvea:** Es una membrana coloreada que se localiza en la parte intermedia y en la cual corre una gran cantidad de elementos con alta vascularidad y nos proporciona una gran cantidad de nutrientes al ojo.
3. **Iris:** Es una membrana coloreada que se localiza en la parte posterior por la córnea y anterior por el cristalino. En el centro presenta un agujero central llamado pupila de diámetro variable a modo de diafragma, su función principal es que regula la entrada de mayor o menor cantidad de luz según las necesidades visuales
4. **El cuerpo ciliar:** se extiende desde la base del iris hasta la base de la coroides, está formado por el músculo ciliar que permite modificaciones, contracciones y, por los pliegues muy vascularizados que segregan líquidos nutricios para los tejidos vecinos.
5. **La coroides:** la parte más posterior de la úvea entre la retina y la esclerótica
6. **la Retina:** Es una de las membranas más importantes del globo ocular ya que se localizan en ella células fotosensibles que son capaces de captar los estímulos luminosos que provienen del exterior. La capa más interna es

transparente, muy delicada y es considerada como una extensión del nervio óptico. A su vez está constituida por nueve capas con tres tipos de células

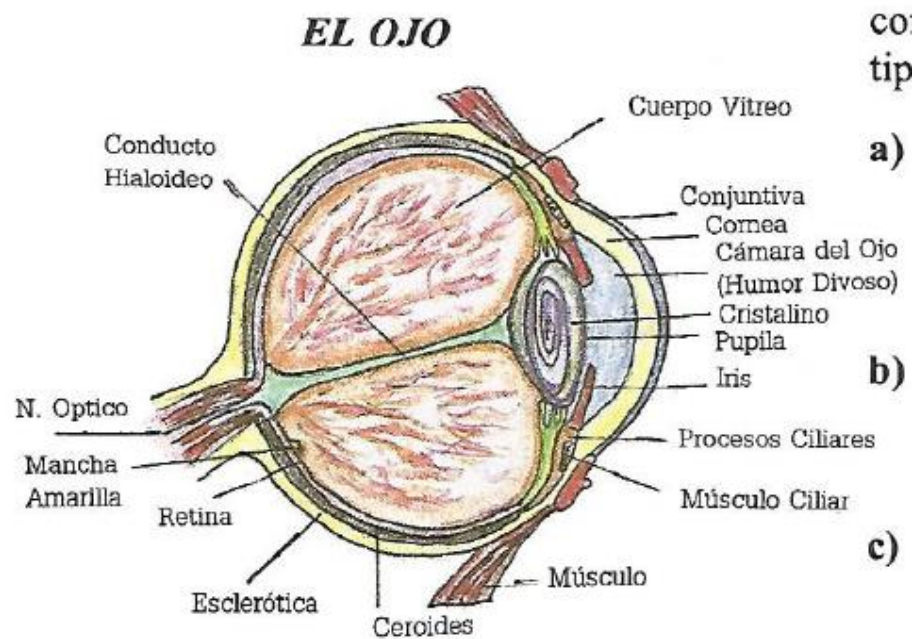
- **Células Fotosensibles** : Son las células llamadas por su forma conos y bastones , la luz llega después de atravesar las demás capas de la retina y las estimula
- **Células Bipolares:** recoge el estímulo generado en los conos y bastones y las manda a las células ganglionares.
- **Células Ganglionares:** Capa más interna de la retina, la cual recoge por un lado el estímulo que proviene de este y por el otro emite una prolongación convergiendo en la papila que es el punto de inicio del nervio óptico el cual recoge el estímulo luminoso y los lleva al cerebro en donde son reconocidos como formas y colores precisos.



Estructura microscópica de la retina

Tortora Gerard J., Principios de Anatomía y Fisiología, (2013)

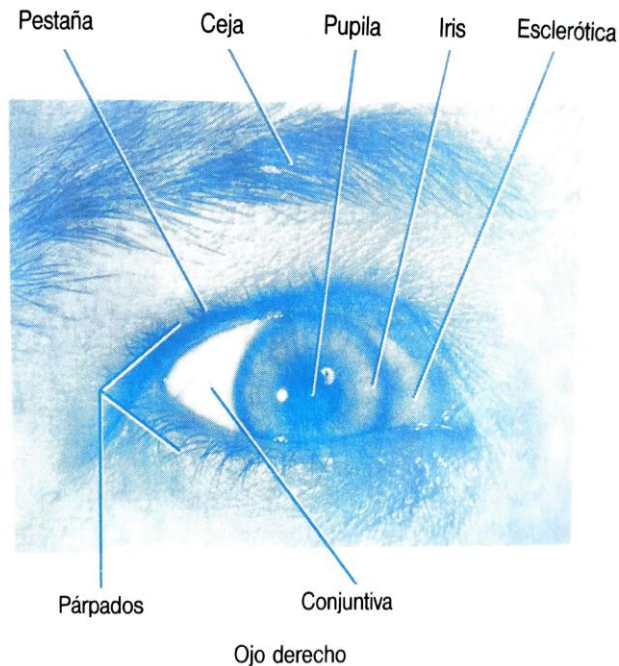
7. **El cristalino:** Es de una formación transparente y convexa por sus dos caras por lo que hace función de lente a modo que realice un enfoque correcto de los objetos de acuerdo a la distancia a la que estén.



Arias (1993)

1.4 Estructuras accesorias del ojo

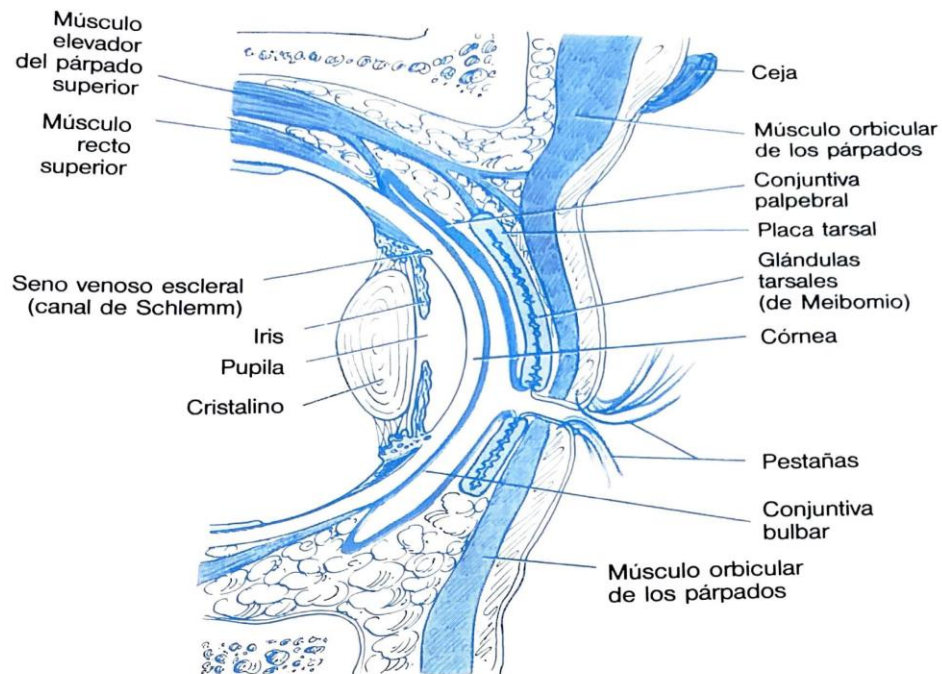
Para que el globo ocular pueda realizar todas sus funciones están presentes otras estructuras accesorias las cuales son:



Tortora Gerard J., Principios de Anatomía y Fisiología, (2013)

- Los párpados: esta estructura presenta una porción superior e inferior que ayuda a cubrir los ojos durante los estadios de sueño, son protectores de la luz excesiva y de cuerpos extraños así como extender la secreción lubricante en el ojo. De forma individual los párpados están formados de epidermis, dermis, tejido subcutáneo, fibras del músculo orbitario, una placa tarsal y una conjuntiva.
- La placa tarsal el cual está formado por un grueso pliegue de tejido conjuntivo que da la formación y el sostén de los párpados. En el interior de cada párpado se localiza una fila de glándulas sebáceas que gracias a su secreción evitan que los párpados se peguen entre sí.
- La conjuntiva es una delicada membrana que actúa de protección. Hay dos tipos de conjuntiva la palpebral que cubre el interior de los párpados y la bulbar la cual pasa desde los párpados hasta la parte anterior del globo ocular.

- Las pestañas son otra parte del órgano de la visión ya que esta sale del borde de cada párpado que junto con las cejas protegen a los globos oculares de la penetración de objetos extraños, el sudor y los rayos solares directos.
- El aparato lagrimal: es una estructura que se une en un conjunto para formar y drenar las lágrimas. Está formada de 6 a 12 conductos lagrimales.
- El líquido lagrimal: está formada por una solución acuosa que contiene cierta cantidad de moco y una enzima llamada lisozima que cumple con funciones de limpiar, lubricar y humedecer el globo ocular. Este líquido es producido 1 ml al día.



Corte sagital de las estructuras accesorias

Tortora Gerard J., Principios de Anatomía y Fisiología, (2013)

1.5 Fisiología del ojo

El ojo en conjunto con todas las estructuras que hacen posible nuestra visión están íntimamente relacionadas en una unidad compleja y bien coordinada, cada una de estas partes participa directamente en la función en nuestra visión y en su protección.

Nuestros ojos están alojados en una cavidad ósea llamada órbita la cual nos protege de los impactos. Son de forma cónica y está formada por 6 huesos de la cara (frontal, malar, maxilar superior, esfenoides, etmoides, lagrimal y palatino).

La estructura de mayor importancia es el nervio óptico que se localiza en la parte posterior del ojo y que penetra por un orificio en el cráneo muy pequeño llamado agujero óptico. Este agujero posee orificios adicionales para el paso de las vasos sanguíneos y nervios que nutren y controlan las estructuras infra orbitales. Todos los huesos que forman la órbita están recubiertos por periostio que le da una gran resistencia

En la cavidad orbitaria hay presencia de una almohadilla o amortiguador el cual está hecho principalmente de tejido adiposo lo que da soporte al globo ocular. Lo que hace posible que el globo ocular se mueva son los músculos extra oculares los cuales están sumergidos en tejido graso retro ocular.

Los párpados cubren la entrada a la cavidad orbitaria, en la parte posterior está cubierta por mucosa conjuntiva y la anterior por piel. Entre ambas existe tejido muscular gracias a los cuales los párpados se pueden abrir y cerrar tanto por acción voluntaria como refleja

Una de las partes más importantes dentro del órgano de la visión es la retina la cual se divide en:

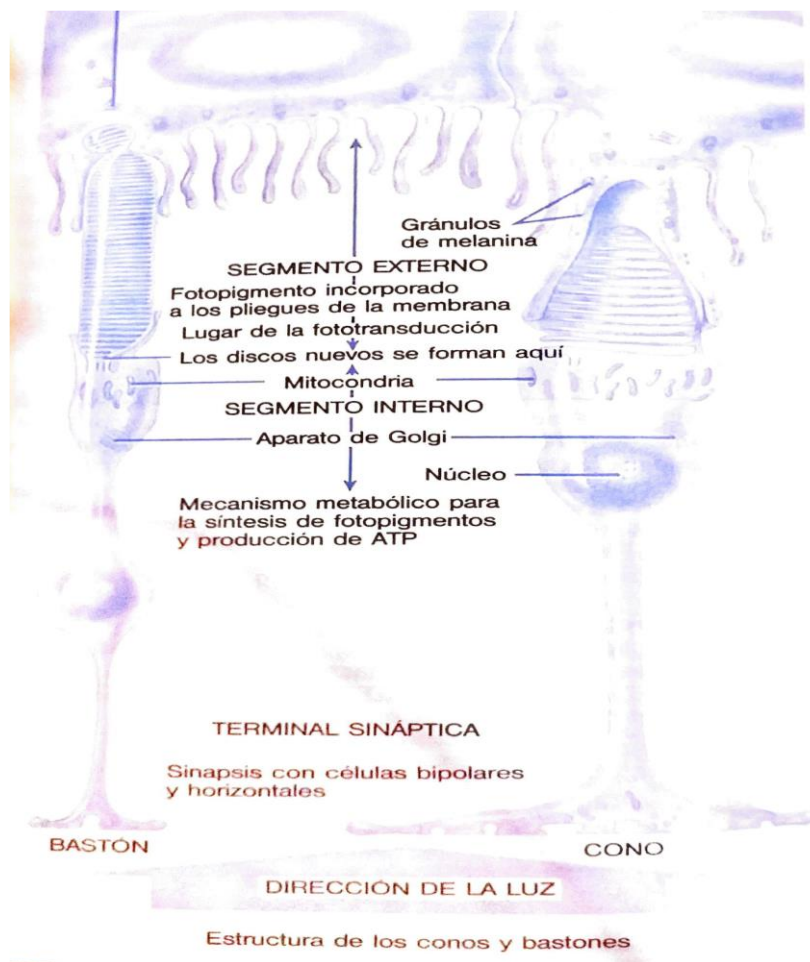
- Epitelio pigmentado
- Capa de fotorreceptores
- Red neuronal
- Células ganglionares

Iniciamos con el **epitelio pigmentado** el cual está formado por células en alto contenido en melanina que nos ayuda gracias a sus características opacas a que la luz no se disperse y vitamina A que es precursor de los pigmentos fotosensibles

La segunda estructura es la **capa de fotorreceptores** en la cual se distingue dos tipos de fotorreceptores:

Los Bastones que son los encargados de la visión nocturna o escotópica y los Conos que son los responsables de la visión diurna o fotópica.

En los bastones, en su segmento externo, está formado por numerosas laminas apiladas, en el segmento interno se localizan los orgánulos celulares en conjunto con las vesículas de neurotransmisor se realiza la sinapsis con las células bipolares y las células ganglionares que pertenecen al nervio óptico. Con los bastones, bien hay presencia de otras estructuras:



Estructura de los conos y bastones

Tortora Gerard J., Principios de Anatomía y Fisiología, (2013)

La Mácula lútea está encargada de la visión de acuerdo a los colores.

Disco o papila óptica el cual carece de fotorreceptores por lo que forma parte del punto ciego.

En el libro de *Anatomía y Fisiología de Tortora* menciona que una imagen enfocada en la retina estimula a los fotorreceptores los cuales transforman el estímulo luminoso en potenciales receptores y pasan la información las células bipolares. Cuando ocurre hay comunicación con las células ganglionares que realizan la proyección de sus axones al cuerpo geniculado del tálamo. Cuando está en el tálamo las fibras responsables mandan los impulsos nerviosos visuales que se dirigen a la corteza visual que está localizada en el lóbulo occipital

Los conos y los bastones son los fotorreceptores capaces de la transmisión de los impulsos al ser expuestos a un estímulo luminoso. Los segmentos externos de los conos se van disminuyendo de diámetro por lo que adoptan una forma de cono, sin embargo los bastones toman una forma cilíndrica. Cuando la luz es traducido por medio de señales eléctricas estas se producen en segmentos mucho más externos.

Para comenzar con la traducción de la visión la luz es guiada por una foto pigmento o conocido mejor como pigmento visual los cuales son proteínas coloreadas situadas en el extremo externo los cuales presentan cambios al ser expuesto a una fuente de luz. Esta acción causa que se forme un potencial receptor. Uno de los únicos receptores de los bastones es la rodopsina (rhodo= rosa;opsis= visión).

Los foto pigmentos que son células integrales se pliegan hacia delante y atrás sobre sí misma, en los bastones estos pliegues forman discos lo cuales cada bastón forma alrededor de 1.000 discos. En los segmentos externos de los fotorreceptores son renovados con una gran velocidad, en cambio en los bastones se añaden de uno a tres discos y los discos viejos son desprendidos de la punta y son fagocitados por las células pigmentarias epiteliales.

Los foto pigmentos visuales están formados por una glucoproteína llamada opsina y un derivado de la vitamina A llamado retinal. Para la obtención de los derivados de la vitamina A es muy importante la ingesta de alimentos ricos en carotenoides como lo son zanahorias, espinacas, brécol y la calabaza amarilla.

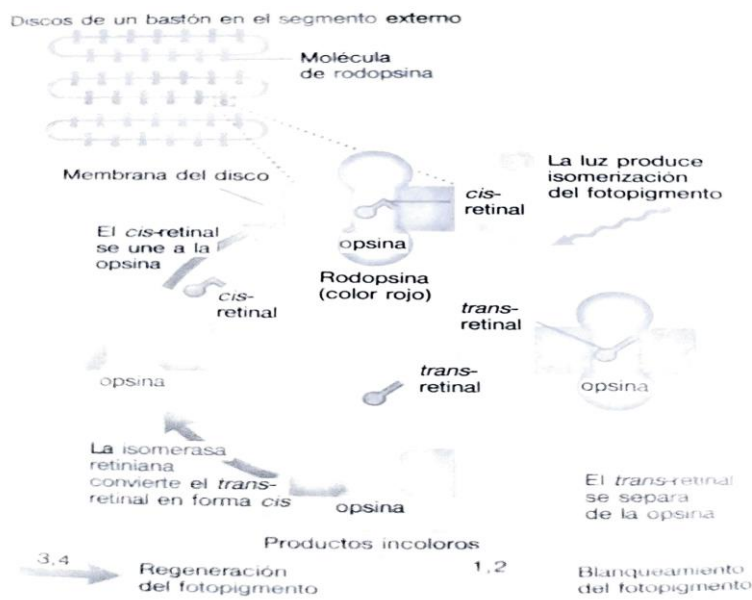
La ingesta inadecuada o nula de derivados de vitamina A puede ocasionar ceguera nocturna o nictalopía provocando en consecuencia que no se sintetice normalmente la rodopsina.

El retinal es muy importante ya que es capaz de captar y absorber la luz de todos los foto pigmentos visuales, la retina humana existen cuatro clases de opsinas las cuales están en cada foto pigmento de los conos y otra para la rodopsina. Cuando hay una variación en los aminoácidos los conos y bastones son capaces de captar distintos colores. La rodopsina tiene la capacidad de percibir los colores azul o verde con mayor efectividad mientras que los foto pigmentos de los conos captan la luz azul, verde y amarillo.

La oscuridad del retinal adopta una curva llamada cis- retinal la cual se adapta al foto pigmento, cuando absorbe la luz se convierte en trans-retinal al cual se le llama isomerización dando así el primer paso a la transducción. Cuando se forma las primeras imágenes visuales es por la isomerización de algunos conos y bastones. Al paso de un minuto aproximadamente el trans-retinal se separa de la opsina aproximadamente dando un producto incoloro que lleva por nombre blanqueamiento del foto pigmento. En la oscuridad la enzima llamada retinal isomerasa tiene la capacidad de convertir el trans en cis- retinal que se une a la opsina formando nuevamente el foto pigmento funcional el cual recibe el nombre de regeneración.

En los fotorreceptores encontramos el epitelio pigmentario que tiene la función de almacenar gran cantidad de vitamina A con el que va a ayudar al proceso de regeneración de los bastones. Cuando esto sucede la regeneración de la rodopsina disminuye esto en consecuencia de que la retina se separa del epitelio pigmentario a diferencia de los conos los cuales se regeneran más rápido que la rodopsina y depende menos del epitelio pigmentario. Tras completarse el blanqueamiento, la regeneración de la rodopsina tarda alrededor de 5 min pero los

conos tardan 1.5min. Para que se complete el blanqueamiento de la rodopsina en su totalidad pasan alrededor de 30 a 45 min.



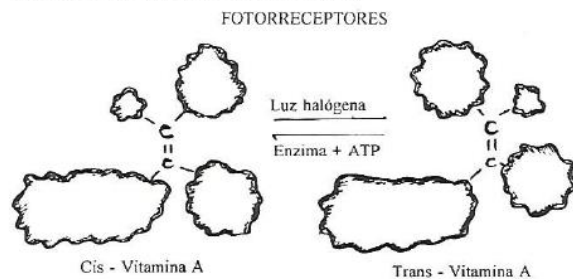
Blanqueamiento y regeneración del foto pigmento

Tortora Gerard J., Principios de Anatomía y Fisiología, (2013)

Para que se pueda producir o tener la capacidad de poder ver debemos tener en cuenta que es o quienes hacen que sea posible poder ver.

Esto comienza en los fotorreceptores en el ojo los cuales están formados de un doble enlace de carbono de vitamina A que está presente en una posición inestable de cis de alta energía.

Ilustración gráfica hipotética del mecanismo de la visión, tal y como se relaciona con la presencia de dobles enlaces de carbono.



Arias (1993)

Jupast/92

Según Arias cuando un foto de luz es captado por el globo ocular este choca con el doble enlace de carbono de vitamina A cambia a una su posición a una trans de baja energía provocando el proceso de la visión.

Cuando el estímulo desaparece la vitamina A recupera su posición cis consumiendo ATP y nuevamente dispuesto para reaccionar con la luz.

Sin embargo en el libro de *oftalmología de González Martín* menciona que para ser posible nuestra visión ocurre un fenómeno llamado **acomodación** que es la capacidad que tiene el globo ocular para poder aumentar su refracción lo permite al ojo enfocar los objetos próximos. Esto es posible por el aumento de grosor y la convexidad de la porción central del cristalino por la contracción del musculo ciliar que a su vez provoca la llamada sincinesia acomodativa que es a consecuencia de la contracción de los músculos rectos internos y del musculo esfínter de la pupila llamada miosis.

Ahora bien la **Dioptrio** ocurre cuando una superficie se separa de dos medios con distinto índice de refracción que sucede cuando la luz atraviesa se produce un cambio de dirección dando paso a la convergencia o divergencia de una lente para lograr que los rayos que llegan en paralelo confluyan en un foco lo que hace posible la capacidad de ver.

1.6 Formación de Imágenes

Para que sea posible a nuestros ojos tener la capacidad de poder ver, la luz no puede llegar a nuestros ojos de manera directa por lo que tenemos diferentes mecanismos como lo es la refracción. En esta se distinguen:

- **Foco principal** es el punto en donde los rayos refractados convergen
- **Eje principal** es una línea que atraviesa el centro de la curvatura del lente en donde se localiza el foco principal
- **Distancia focal principal** es la distancia en la cual se localiza la lente y el foco principal

Cuando los rayos alcanzan un objeto a una distancia de 6 metros se le denomina rayos paralelos y los menores a 6 metros se denominan rayos divergentes los cuales son enfocados a una distancia mayor focal.

Acomodación del cristalino

El cristalino es una de las estructuras las cuales presenta una forma maleable y elástica que gracias a los ligamentos y musculo ciliar el cristalino se mantiene en su lugar, cuando el musculo ciliar se relaja toma una forma aplanada y es cuando los rayos paralelos realizan el enfoque correctamente y los rayos divergentes no se enfocan.

Pero cuando el musculo ciliar se contrae, los ligamentos suspensorios se relajan y el cristalino adopta la forma más convexa.

Este procedimientos esta llamado como **Acomodación**

Capítulo II Naturaleza de la luz

2.1 Naturaleza de la luz

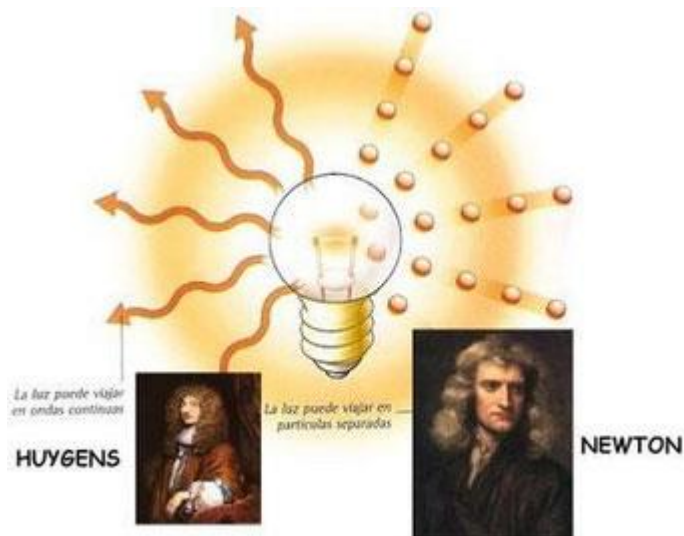
A lo largo de la historia se ha buscado el significado el origen de la luz con la finalidad comprender la propia naturaleza de la luz por lo que la física como ciencia que puede dar un significado más aceptado y establecer los conocimientos sobre dicha fuente que proporcionan la luz.

El conocimiento de la luz se remonta con la formación de dos teorías: la corpuscular y la teoría ondulatoria.

Teoría Corpuscular

La teoría corpuscular planteada en el siglo XVII por el físico inglés Isaac Newton el cual señala que un flujo de partículas muy pequeña o corpúsculos sin masa emitidos por las fuentes luminosas movidas en línea recta con gran rapidez. Con la ayuda de los fotones es posible atravesar los cuerpos a lo que lo cuerpos opacos revotan por lo que no se observan lo que hay detrás de ellos.

En términos más generales la teoría trata de explicar la propagación rectilínea de la luz, la refracción y la reflexión pero experiencias posteriores demostraron que esta teoría no explicaba en su totalidad la naturaleza de la luz.



Teoría Ondulatoria

El impulsor de esta teoría es el científico Holandés Christian Huygens el cual realizo una teoría totalmente diferente para la explicación de la naturaleza de la luz y el comportamiento de la luz.

Esta teoría postula que la luz emitida por una fuente que está formada de ondas que corresponde al movimiento que sigue la luz al propagarse a través del vacío insustancial e invisible llamado éter. También indica que la rapidez disminuye al penetrar al agua. Esta teoría no se consideró por el prestigio de Newton. Paso más de un siglo para ser tomada en cuenta, el medico ingles Thomas Young sobre la interferencia luminosa y el físico francés Auguste Jean Fresnel sobre la difracción.

Pavez, L., Jiménez, J., y Ramos, E. (2009)

2.2 Definición de luz

Con el pasar de los años se han establecido múltiples definiciones. Cada una de las ideologías para dar respuesta a la naturaleza de la luz nos lleva a una pregunta lógica como experimental.

A mediados del siglo XVII se analizaron dos teorías acerca de la luz. La primera llamada teoría de partícula o corpuscular y la teoría ondulatoria. Uno de los defensores de esta teoría corpuscular fue Isaac Neutrón y apoyada por Christian Huygens, ellos para intentar explicar esta teoría establecieron tres importantes características para entender que era la luz en aquel tiempo las cuales son:

- Propagación rectilínea la cual postula que la luz tiende a viajar en línea recta
- Reflexión menciona que cuando la luz incide en una superficie lisa tiende a regresar a su medio original
- Refracción el cual menciona que la trayectoria de la luz cambia cuando penetra a un medio transparente.

Tippens Paul E (2011)

De acuerdo con Newton, su teoría afirma que las partículas de masa más pequeña eran emitidas por fuentes luminosas como el sol. Estas partículas viajan desde la fuente con enorme rapidez en línea recta. Cuando estas partículas entran al ojo se estimula el sentido de la vista.

En la teoría rectilínea se pensaba que las partículas producían sombras con contornos bien definidos mientras que las ondas pueden flexionarse alrededor de los bordes en donde dichas flexiones de las ondas se llaman **Difracción**.

Estas teorías llevaron a Newton a llegar a la conclusión que las sombras nítidas que se forman bajo los rayos luminosos están formadas de partículas.

Para Arias (1993) la luz es una energía radiante con muchas propiedades electromagnéticas y longitudes de onda cuantificables que varía entre 0.001 Angstroms y 30.000mts

En la actualidad la luz es producido cuando un átomo expuesto a una radiación externa lo que hace que algunos electrones se excitan y salen a niveles de mayor energía en un proceso llamado absorción. Cuando el átomo queda en un estado no es estable provoca un nivel menos de energía y al mismo tiempo produce una liberación de energía lo que produce un salto en forma de radiación electromagnética.

Cuando esto ocurre, la radiación emitida tiene la frecuencia de la luz visible que va desde los 380nm hasta los 780nm de longitud de onda.

2.3 Espectro Electromagnético

A partir del siglo XIX ya se tiene el conocimiento que la luz se propaga como una onda transversal, sin embargo suponían que las ondas de luz requerían algún medio material para transmitirse por lo que suponían la aparición de un éter.

James Marwell físico inglés menciona que los fenómenos eléctricos están relacionados con los fenómenos magnéticos señalando que cada variación que en el campo eléctrico origina un cambio en la proximidad del campo magnético. Por lo tanto la luz es una onda electromagnética transversal que se propaga perpendicularmente entre sí.

En el año 1905 el físico de origen alemán Albert Einstein explicó que el efecto fotoeléctrico por medio de los corpúsculos de la luz a los que llamo fotones propuso que la luz se comporta como ondas en determinadas condiciones.

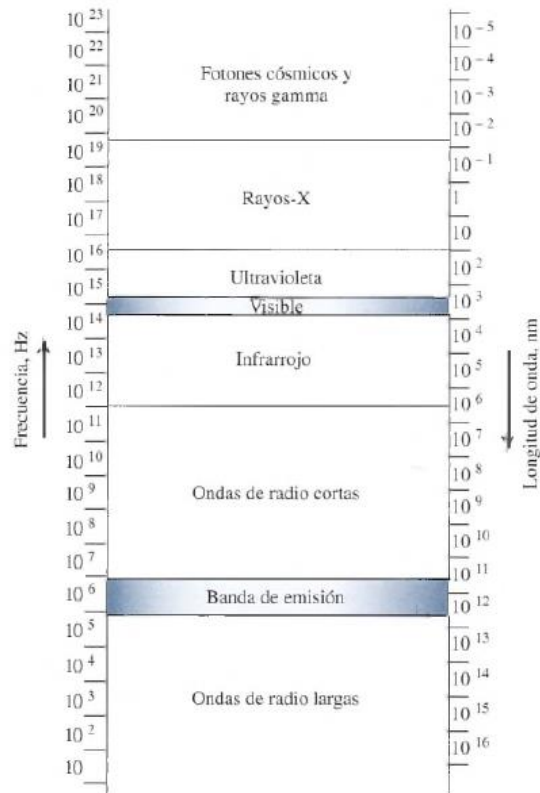
Por esto se le denomina espectro electromagnético a la distribución energética del conjunto de ondas, esto se refiere a la radiación que emite el espectro de emisión o de absorción de una sustancia.

Esta radiación sirve para identificar la sustancia como una huella digital y se logra a través de espectroscopia la cual realiza medidas de la longitud de onda, frecuencia y la intensidad de la radiación. La longitud de una onda es la distancia que hay de un pulso a un pulso, la frecuencia es la magnitud que mide el número de repeticiones por unidad de tiempo.

Tenemos conocimiento hasta en la actualidad que la frecuencias del espectro electromagnético es muy extensa. En los términos de las longitudes de onda, el espectro electromagnético es conocido también como región visible que comprende de 0.00004 a 0.00007cm. (Tippens. Paul 2011)

Las longitudes de onda de la radiación luminosa son muy pequeñas, se definen unidades de medida más pequeñas llamada *nanómetros* el cual es la milmillonésima parte de un metro.

Esta región visible tiene un margen desde 400 nm para la luz violeta hasta 700nm para la luz roja.



Espectro electromagnético (Tippens. Paul 2011)

El estudio detallado de la región visible fue primeramente estudiado por Newton realizando dispersión de la luz blanca a través de un prisma. En orden creciente los colores del espectro son:

- Violeta 450 nm
- Azul 480 nm
- Verde 520 nm
- Amarillo 580 nm
- Anaranjado 600 nm
- Rojo 640 nm

Uno de los primeros descubridores de la radiación con mayor longitud como lo es la luz roja es William Herschel. Estas ondas se conocen como radiación térmica o llamada ondas infrarrojas.

Al poco tiempo de descubierta la luz roja también se observó la radiación de luz más cota que la luz visible llamada luz u ondas ultravioleta.

Con el descubrimiento de esta luz se dio a indagar sobre más tipos de radiaciones como lo son las ondas cortas y largas de radio, la región infrarroja, la región visible, la región ultravioleta, rayos, rayos gamma y fotones cósmicos.

2.4 Radiación ultravioleta

La radiación ultravioleta (UV) es una forma de radiación no ionizante emitida por el sol y fuentes artificiales, como las camas bronceadoras. Aunque ofrece algunos beneficios a las personas, como la producción de vitamina D.

Radiación UV (2019)

Los rayos UV se dividen en tres bandas:

La UC-C (200 a 290 nanómetros) la cual es la más energética y dañina. La UV-B (280 a 320 nanómetros) y la UV-A (320 a 400nanometros).

U.V.C corta: Este tipo de radiación esta entre los 200 a 290 nanómetros. Tiene característica germicida por lo que produce muerte celular y componente de los rayos solares. Este tipo de radiación solo se obtiene de fuentes artificiales tales como las lámparas germicidas que emite longitudes de onda de (254nm) que es muy eficaz para matar bacterias y virus sobre una superficie o en el aire.

U.V.B. Media: La longitud de onda es de 290 a 320 nanómetros. Esta radiación es causante de las quemaduras de la piel, conjuntivitis, arrugas, queratosis de la piel y el cáncer de piel.

U.V.L. Larga: La longitud de onda de este tipo de radiación es de 320- 400 nanómetros, esta radiación llega con mucha presencia con los rayos solares en especial al medio día. Esta radiación es la causante del bronceado de la piel, quemaduras dérmicas, conjuntivitis.

El oxígeno con ayuda de la atmósfera absorbe los rayos UV a una longitud de 242 nanómetros mientras que la capa de ozono lo hace entre 200 y 290

nanómetros. De esta forma el oxígeno y el ozono protegen a las moléculas dentro en los organismos vivos para que no absorban demasiada radiación.

2.5 Radiación Infrarroja

La Radiación Infrarroja es de carácter electromagnético cuya longitud de onda comprende desde los 760 a 780 nanómetros, limitado con el color rojo en la zona del espectro.

Es descubrimiento fue por W Herschel que detecto en el espectro de la radiación solar un aumento importante de la temperatura en la zona más allá del rojo de la que no proviene ninguna luz visible.

Producción de la radiación infrarroja

Esta radiación se produce por los cuerpos calientes ya que se deben a los cambios en los estados de energía de los electrones orbitales en los átomos y en los estados de vibración y de rotación de las moléculas.

Todos los objetos que suben a una temperatura superior a los cero absolutos emiten una radiación infrarroja también dependerá de la cantidad y de la longitud de la onda de radiación dependerá de la temperatura y de la composición del objeto.

La radiación ultravioleta de onda larga esta entre los 1500 y 12.500 nanómetros. Los emisores son lámparas especiales y que requieren filamentos de tungsteno dispuestos en una ampolla de cristal que contiene un gas de baja presión con reflector para redirigir el haz.

El efecto fisiológico se considera de manera local y general. En lo local hay varios efectos:

- Eritema de aparición inmediata a la irradiación ya que se produce una vasodilatación subcutánea causada directamente por el aumento de la temperatura.

- Efectos antiinflamatorios por el aporte de nutrientes y células de defensa proporcionados por la hiperemia.
- La acción del calor directamente sobre las células y la hiperemia estimula la atrofia celular
- Estimula y relaja la musculatura como antiespasmódicos.

En lo general el calentamiento produce:

- Vasodilatación superficial generalizada que puede resultar beneficiosa en hipertensos o perjudicial en hipotensos
- Sedación y relajación generalizada en el organismo por la acción de calor en las terminaciones nerviosas.

Según la potencia de la lámpara (150-1300W) esta se dispondrá a suficiente distancia de la piel entre 40 y 60 cm. La colocación de la lámpara debe ser perpendicular a la piel.

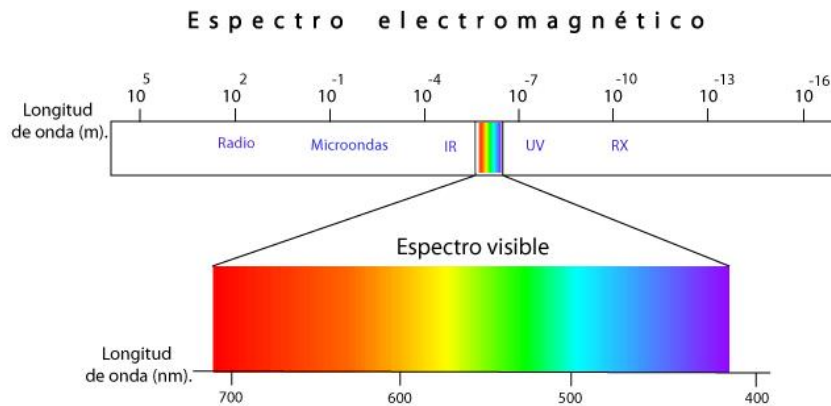
2.6 Luz Azul

La luz como fuente principal de muchos de los aparatos de la actualidad tiene una función básica que es el transporte por medio de una onda electromagnética la cual se caracteriza por dos elementos básicos:

- Frecuencia: se mide por segundos (HZ) y el número de oscilaciones por segundo que realiza una onda.
- Longitud de onda: la distancia recorrida por la luz por la unidad de tiempo

En la luz hay una región llamada espectro visible que es una región del espectro visible que el ojo es capaz de percibir. Este tipo de radiación lo captan nuestros ojos y lo transforman en luz visible y colores al incidir en los objetos por refracción y reflexión. Luz azul: qué es, dónde está y la utilidad de un filtro de luz azul.

(25 febrero 2019)



La luz visible o espectro visible en el ojo humano está localizado entre un rango de 390 a 750 nm. De acuerdo a la longitud de onda que tenga la luz nuestro ojo lo transformara en un color determinado formando así la gama de colores que somos capaces de ver.

Dentro de la gama de colores encontramos el azul el cual ocupa un rango dentro del espectro visible con longitudes de onda que van de los 400 a 495nm, el color que puede interpretar nuestro ojo es violeta y azul índigo.

La luz azul se encuentra en muchos dispositivos electrónicos por el rendimiento y el consumo. Estos aparatos como ejemplo pantallas, teléfonos celulares generan can cantidad de luz azul mientras estamos expuestos a estos aparatos por lo que nos perjudicamos aún más con el uso de una fuente constante de luz azul como lo es la lámpara de Fotopolimerización.

Con el paso del tiempo se ha descubierto que la mayor parte de las fuentes de luz emiten energía electromagnética que se distribuye en múltiples longitudes de onda. Esta misma energía radiante emitida por la lámpara por el tiempo se llama potencial o flujo radiante y que solo una parte de esta se encuentra en la región visible.

En la región luminosa hay parámetros de 400 a 700 nm. El sentido de la vista depende de la energía radiada visible o luminosa por unidad de tiempo por lo que gran parte de la potencia total emitida por esta fuente de luz es capaz de afectar el sentido de la vista.

Capítulo III Fotopolimerización

3.1 Historia de las lámparas de Fotopolimerización

Con la aparición de la resina compuesta de partícula mediana Fotopolimerizables en los años 70, las restauraciones con lámpara de Fotopolimerización es considerado una los mayores avances en la práctica Odontológica. Manuel Chaple (2016)

Con el paso tecnológico muchos materiales cambiaron sus componentes para que pudiera realizar una reacción de polimerización. Para que se produzca la fotopolimerización es necesario que el material absorba la radiación luminosa que se produce en función de la longitud de onda.

Con el paso de los años y avances en la tecnología las lámparas de fotopolimerización han evolucionado en su espectro de luz, su forma ergonómica y su potencial de polimerización. Estos avances son con el objetivo del mejoramiento en la calidad de acción en la fotopolimerización.

Hay una gran variedad de lámparas de fotopolimerización las cuales son:

- Lámparas Halógenas
- Lámparas de arco plasmático
- Lámparas láser
- Lámparas led

3.2 Historia

El descubrimiento de la radiación ultravioleta fue a consecuencia del oscurecimiento de las sales de plata al ser expuestas a la luz solar. En el año de 1801 el Alemán Johan Wilhelm Riter descubrió que los rayos invisibles situados justo detrás del extremo violeta del espectro visible a los que llamo rayos desoxidantes. Años después se cambió el término para diferenciar de los rayos calóricos que ya se había descubierto por William Herschel que se encontraban al otro lado del espectro visible.

Finalmente les fue dado el termino radiación infrarroja y ultravioleta.

Pasando casi un siglo, los materiales dentales sufrieron un cambio radical en cuanto a la forma de manipular, presentación y sus propiedades. Fue hasta los años 70 cuando el cambio más evidente de los materiales fue las resinas.

La luz ultravioleta fue la primera en utilizarse para la foto activación en los años 70, pero debido a la poca penetración, lentitud en la fotopolimerización y riesgos de dermatosis o **lesión ocular** ante exposiciones prolongadas.

Lafuente David (2005)

La luz ultravioleta fue el primer tipo de fuente lumínica utilizada en Estomatología para la fotoactivación de resinas en la década de los 70, aunque se reemplazó rápidamente por otros sistemas debido a su escasa capacidad de penetración, lentitud de fotoactivación y riesgo de dermatosis o lesión ocular ante exposiciones prolongadas. Así, pues, desde mediados de los 80 y hasta mitad de los 90, la principal fuente de iluminación utilizada fue la lámpara halógena, la cual sufrió una escasa evolución cualitativa durante ese período, ya que los principales esfuerzos científicos se encaminaron hacia la mejora de la polimerización mediante el desarrollo y la evolución de la composición química de los materiales fotocurables.

3.3 La luz halógena convencional

A mediados de los años ochenta y hasta la mitad de los años noventa la principal fuente de iluminación utilizada fue la lámpara halógena la cual sufrió una lenta evolución ya que el principal esfuerzo de los científicos fue el desarrollo y la evolución de la composición química de los materiales Fotopolimerizables

De forma general la luz halógena es una luz incandescente formada por un filtro de 100nm de banda que oscila entre los 360 a 500nm. Son lámparas de cuarzo de tungsteno que forma luz blanca que pasan por un filtro que transforma la luz en azul capaz de activar las canforoquinonas. Este espectro provoca la reacción del foto iniciador (canforoquinonas) que cuando se expone a la luz se forman codiciadores los cuales hacen posible la polimerización.

Estas lámparas para producir luz azul debían ser filtradas por lo que gran parte de la radiación se desperdiciaba. Este es el gran problema con estas lámparas por lo que también se requería de un sistema de ventilación para compensar la temperatura.

Manuel Chaple (2016)

La desventaja más importante de las lámparas de polimerización halógena para uso dental, fue el enfriamiento requerido de las lámparas. Como el aire que se encontraba presente debía entrar y salir a través de las hendiduras de la cubierta, la desinfección de las piezas de agarre fue necesariamente incompleta.



Lámpara de luz halógena.

Chaple Manuel (2016)

Al final de los 80 y principio de los 90 se dieron cuenta que se generaba una reacción de contracción en los primeros segundos, micro filtración marginal y sensibilidad post operatoria debido a la alta exposición que sufría la resina desde el momento en que entraba en interacción con la luz.

Los fabricantes se dieron cuenta y crearon el método soft-start el cual inicia en una intensidad de luz leve y se incrementa gradualmente hasta alcanzar el punto máximo de intensidad.

3.4 Lámpara de arco de plasma

La aplicación de esta lámpara en odontología fue aplicada en los años 1997 a 1998

Llamado también Xenón Arc Lamps Pac, es una lámpara que emite la luz por medio de una descarga eléctrica, tiene un rango de 460 a 480nm. Se caracteriza porque es un tipo de lámpara con un potencial eléctrico hechos de dos electrodos de tungsteno situados en una cámara con un gas inerte llamado xenón de modo que se forma en haz de radiación concentrada de una intensidad de 2400nW/cm².

Estos aparatos se realizaron con el fin de reducir tiempos de exposición y llevar a cabo una polimerización más profunda. Los fabricantes de esta lámpara aseguran que tiene propiedades compatibles a los producidos por los convencionales como lo es los de luz halógena. Esto es posible por que concentra las ondas de 460 a 480 nm de modo que es más eficiente que la luz Halógena.



Lámpara de arco de plasma

3.5 Lámpara de arco de xenón

La creación de esta fuente de luz inicio en 1944 por P. Schulz pero en ese año no se pudo realizar avances notables. Fue hasta 1949 que la empresa Siemens por Juan Aldington publico sus avances.

Su construcción está formado por una envoltura de cuarzo fundido con tungsteno toriano lo que hace soportar la alta presión por lo que lo hace peligrosa ya que maneja presiones de 3040 kpa

Presenta longitudes de onda de 460y480nm por lo que se pensó que era la más eficaz que una lámpara halógena convencional. El margen presente en el espectro era de 20nm mientras que el da la luz halógena es de 100nm. La química de la resina, el grosor de la capa son factores cuando se polimerizaba a altas intensidades.

Chaple Manuel (2016)



Bombillo de Xenón de una lámpara de plasma. Manuel Chaple (2016)

La luz de la lámpara de arco de xenón concentraba su longitud de onda entre 460 y 480nm, similar a la longitud de onda de la energía absorbida por la camforoquinona, de modo que se pensó que esta fue más eficiente que la luz halógena convencional. El margen de espectro fue de 20nm mientras que en la luz halógena es de unos 100nm. Lo que pudo ser una ventaja en cuanto a la precisión del fotón emitido, se convirtió en una desventaja, cuando se encontraban fotoiniciadores distintos a la camforoquinona (con un pico de absorción alejado de los 465nm) en la composición de los composites. Según los fabricantes, la profundidad de polimerización era mucho mayor sin que la adaptación marginal sufriera ningún tipo de deterioro, aunque debieron tener en cuenta multitud de variables al hacerse esta afirmación. La química de la resina, el grosor de capa y la cantidad de paredes abarcadas en la cavidad fueron factores que jugaban un papel importante cuando se polimerizaba a altas intensidades. La polimerización se producía más deprisa con lo que el estrés de polimerización fue igual mayor, y

provoca una contracción elevada. Sus otras desventajas fueron el elevado costo y su poca durabilidad en el campo de la estomatología. (Chaple Gil, 2016)

3.6 Lámparas de polimerización láser

Estas lámparas fueron inventadas en el año de 1986 por Charles W. Hull, se caracteriza por ser una luz de argón o de diodos de 488 o 904nm. Esta tecnología desarrolló una longitud de onda que permitía polimerizar los composites, pero producía una contracción de polimerización muy elevada en dichos materiales. Fue una tecnología de muy alto costo para ser utilizada en el ámbito de restauraciones dentales y aún en nuestros días continúa siendo una de las mayores desventajas.

La alta intensidad lograda por estos aparatos hace que se reduzca el tiempo de trabajo mejorando el factor de conversión (cantidad de monómero que se convierte en polímero), según los fabricantes. El láser de argón poseía longitudes de onda que actuaban en picos específicos en un rango de ondas de 450-514nm. Entre los distintos picos de intensidad del láser de argón destacaban el de 488 y 514nm, los picos donde la energía era más intensa. El resultado de mayor profundidad de polimerización en el láser de argón se consideró el pico de 488nm, muy cercano al pico de absorción de la canforoquinona. Estudios han demostrado que mejoran las propiedades físicas de los composites fotopolimerizados. Esto se atribuye a la alta especificidad de la longitud de onda de las partículas de energía emitidas (longitud de onda más estrecha de unos 40nm) respecto al pico de absorción del fotoiniciador, disminuyendo de esta forma la temperatura total del proceso. Debido a la velocidad a la que se producía la polimerización, el grado de contracción aumentaba. Los estudios in vitro realizados hasta la fecha indican que el estrés de polimerización en la interface resina/diente es mayor para las lámparas de láser y arco de plasma comparado con la luz halógena convencional y produce mayor microfiltración en restauraciones en zonas cervicales de la corona.

Hay dos tipos de lámpara:

Láser de Argón el cual tiene un medio activo gaseoso de argón que emite una luz azul de 480nm a 488 a 514nm

Láser de diodos: tiene un medio sólido que emite una luz roja de longitud de onda entre 830 a 904 nm fuera del espectro visible

Estas lámparas alcanzan longitudes de onda de 450.514nm por lo que se lograba mayor profundidad dando así mejoras físicas en los composites foto polimerizados. Pero debido a la velocidad a la que se producía la polimerización, el grado de contracción aumentaba.



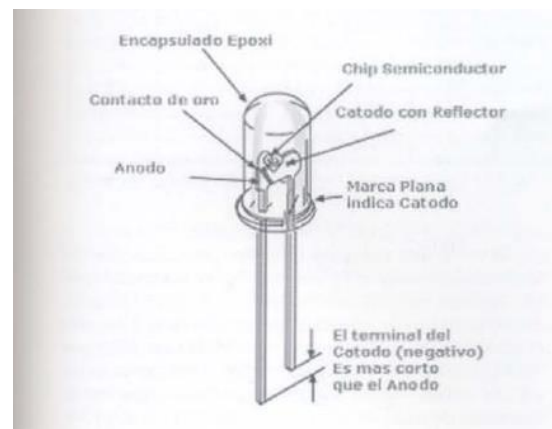
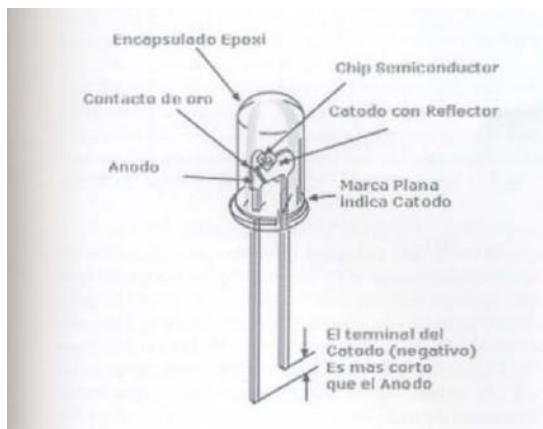
3.7 Lámparas Led

También llamado *Light Emitting Diode* de, estas lámparas salieron al mercado en 1995.

Estas lámparas salieron al mercado en 1995, no fue hasta inicios del siglo XXI que se globalizó su mercadería por todo el planeta. Estos dispositivos generaron luz a partir de efectos mecánico-cuánticos. Son una combinación de dos semiconductores diferentes del tipo (n-estimulado y p-estimulado). Los semiconductores n-estimulados tienen un exceso de electrones mientras que los p-estimulados requieren electrones, resultando en la formación de espacios libres

de electrones. Cuando estos dos tipos de semiconductores se combinan con un voltaje, los electrones del semiconductor n-estimulado se conectan con los espacios libres de electrones creados por el semiconductor p-estimulado. Un haz de luz con una longitud de onda característica se formaba y emitía por la terminal LED. El color de la luz LED fue la característica más importante. Estaba determinada por la composición química de la combinación de semiconductores. Estos semiconductores estaban a su vez condicionados por su ancho de banda. (Chaple Gil, 2016)

Es una luz de emisión de diodos que tiene un rango de 450 a 480nm. Dentro de este rango, la luz debería estar entre 450 y 490nm que su espectro máximo de polimerización. La luz led no fue compatible con los materiales que utiliza foto iniciadores con un espectro de absorción fuera de rango de 430-480nm. Los led de alta intensidad usaron un semiconductor cristalino lo que incrementa la cantidad de luz y el área iluminada reduciendo un 50% el tiempo de exposición. Es un dispositivo que no requiere recambio, convierte la energía en luz en 90%, no son necesarios los filtros, un bajo consumo, largo tiempo de vida y muy silencioso.



Partes de un led. Lafuente David (2005)

3.8 Materiales que utilizan fuente de luz

Cuando se seleccionan los materiales para el uso clínico deben considerarse varias propiedades entre las que se incluye:

- Bioseguridad

- Propiedades fisicoquímicas
- Manejo de las características
- Estética

Estas propiedades determinan si el material puede o no usarse por vía intrabucal. Para entender los materiales se necesitan conocimientos básicos de la materia en particular de su comportamiento durante el manejo y su uso en el medio bucal. Phillips. Ralph. W (2004)

Todos los materiales en su cumplimiento ya sean cerámica, plástico o metales dependen de la estructura atómica.

Con el paso de los años y gracias a los avances en la tecnología los materiales dentales han adaptado la luz como método de fotopolimerización. Algunos de los materiales que han adoptado esta luz son:

- Resina
- Selladores de Fosas y Fisuras
- Linner o forro cavitario
- Ionomeros de vidrio
- Materiales de curación temporal
- Resina Dual

El uso de estos materiales dentales activados por luz ha aumentado considerablemente en los últimos años, sobre todo con una respuesta de mayor importancia por ser materiales de grado estético.

3.9 Resinas

Este material se cataloga como material de restauración porque son insolubles, con una gran capacidad estética, insensible a la deshidratación, económicas y relativamente fáciles de manejar.

Este material fue introducido en los años cuarenta y principios de los años 1950.

En términos generales este material es un combinado tridimensional, consisten además en partículas de relleno inorgánicas inmersas en un matriz orgánica de polímeros en las que las partículas inorgánicas están recubiertas por un compuesto de silicato que unen las partículas de relleno con la resina.

En las resinas presentan otros componentes que han sido de utilidad para favorecer sus propiedades y mejoras.

Los inhibidores son compuestos incluidos para prevenir la polimerización prematura. Estos componentes son 4-metoxifenol, 2,4,6-terciarbutil fenol el cual es el más utilizado ya que tiene la capacidad de estabilizar el color.

Los aceleradores son un componente esencial conocido como una amina terciaria aromática que actúa como donador de electrones, al mismo tiempo el dihidroxi-etil-p-toluidina produce radicales libres con el fin de realizar el efecto de polimerización. Los iniciadores son los más comúnmente usados en las resinas llamado peróxido de Benzoilo.

En las resinas activadas por luz el componente iniciador son las camforquinona que está presente en una cantidad de 0.2% al 0.6%.

Las resinas activadas por luz necesitan de una fuente de luz de 420^a 470 nm, esta intensidad de luz provoca que las camforquinina se excita provocando así la polimerización de la resina. *Dr. Carlos Carrillo Sánchez, MSD, (2009)*



Colocación de Resina

3.9 Sellador de fosas y fisuras

Hay un entendimiento de la caries dental como un proceso de enfermedad que se inicia desde la aparición de micro porosidades, como un resultado de la desmineralización, hasta la ocurrencia de la cavitación, por lo tanto, se ha incrementado la preocupación sobre el rol de la prevención primaria y secundaria para detener la caries.

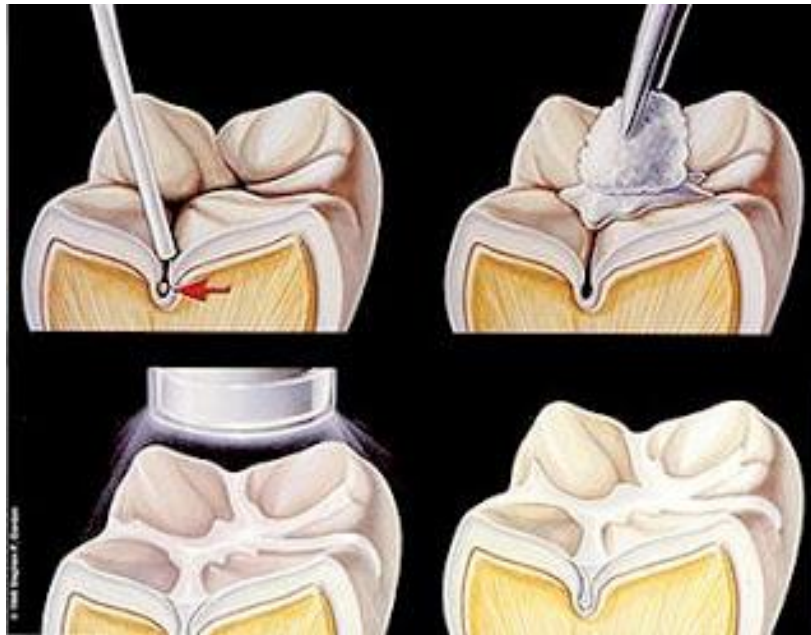
Para la época de G. V. Black, no había métodos efectivos para la prevención de las lesiones cariosas tempranas. La prevención era, en naturaleza, mecánica; donde se incluían fosas y fisuras cariadas y sanas llevándolas a zonas llamadas de auto limpieza o inmunidad relativa, porque se creía que en esas zonas era menos factible la acumulación bacteriana y de esta manera se realizaba un sacrificio injustificado de estructura dental sana; hoy en día, la prevención y el tratamiento de la caries dental debe estar basado en la detección apropiada de la caries en sus etapas más tempranas, es decir, no sólo detectar cavidades sino también signos tempranos de desmineralización y actividad de la enfermedad

Los sellantes de fosas y fisuras han demostrado ser eficaces no sólo en prevenir la caries antes de que se inicie, sino también deteniendo el progreso de la lesión de caries en sus fases más tempranas. Simonsen en 1991 concluyó que cuando los sellantes de fosas y fisuras eran aplicados tempranamente, el odontólogo podría acercarse a un 100% de protección del diente contra la caries. Actualmente hay dos tipos de sellantes comercialmente disponibles, los curados químicamente y los fotocurados. *(Od. Ma. de los Ángeles Gil Padrón, 2020)*

Los selladores actualmente son compuestos a base de resina con foto iniciador tales como la canforoquinina la cual es sensible a longitudes de onda entre 450nm a 490nm. Esta longitud de onda son alcanzadas por fuentes de luz como son: lámparas de luz halógenas, lámpara de arco de plasma, lámpara de láser de argón y luz emitida por diodos (LED) siendo la tendencia actual. *Azucena Villarreal Rojas, (2015)*

Actualmente existen dos formas de presentación o tipos de selladores de fosas y fisuras comercialmente disponibles, los curados químicamente y los fotocurados. Los clínicos prefieren el sellante fotocurado visible porque éste requiere menor tiempo de curado, el tiempo de curado puede ser controlado por el clínico y el procedimiento puede ser integrado con el comportamiento del paciente. No se necesita ninguna mezcla, el riesgo de incorporar burbujas de aire es disminuido.

(Od. Ma. de los Ángeles Gil Padrón, 2020)



3.10 Ionomeros de vidrio

El Ionómero de vidrio o ionómero vítreo es un biomaterial con un gran campo de utilización en odontología restauradora y preventiva. Surge en la década del 1970 gracias a las investigaciones de los científicos Wilson y Kent, sin embargo, ha sufrido modificaciones en su estructura química y composición a través de los años. Antiguamente este cemento era denominado cemento de polialquenoato de vidrio.

Este material es un cemento restaurador que tiene adhesión química a la estructura dentaria. Es un material que aporta al diente liberación de flúor por lo que es un cariostático y presenta biocompatibilidad.

(Barrancos Mooney, 2006)

El Ionómero de vidrio es el nombre genérico de un grupo de materiales que surge tras la reacción de polvo de vidrio de silicato y ácido polialquenoico. En un primer momento este cemento dental pretendía ser para uso en restauraciones estéticas para dientes anteriores, especialmente para cavidades de clase III y V. Pero al ver su adhesión a la estructura dentaria y su validez para la prevención de caries, se extendió para otros usos como: Agente cementante, sellador de surcos y fisuras, recubrimiento, reconstrucción de muñones y restauraciones inmediatas entre otras.

A lo largo del tiempo, sus componentes han sufrido muchas modificaciones, y a día de hoy, el cemento convencional está compuesto por:

POLVO: Sílice, Alúmina, Fluoruros

LÍQUIDO: Ácido poliacrílico, ácido itacónico, ácido tartárico.

Cuando ambos componentes se mezclan (debe ser rápida la mezcla, entre 20 y 30 segundos a dosis de polvo /líquido 1, 5:1.) en una pasta, el ácido graba las superficies de las partículas de vidrio por lo que se liberan iones de calcio, sodio, aluminio y flúor al medio acuoso.

Los ionómeros de vidrio tienen una reacción química ácido-base, en el cual existe un intercambio iónico entre el Ca y grupo carboxilo. Esta reacción de fraguado se inicia cuando el líquido entra en contacto con el polvo. Los iones de H⁺ atacan las partículas de vidrio liberando Ca, Al y F descomponiéndose el vidrio por acción del ácido, formando un gel de sílice. A continuación, el Ca reacciona con los poliácidos y luego con el Al.

Esta sal metálica de poliacrilato empieza a precipitar y se inicia la gelación hasta el endurecimiento. El agua es un componente importante en el fraguado ya

que actúa como plastificante reduciendo la rigidez, por ello, durante su colocación en el diente no debe desecarse ya que puede contribuir a un material quebradizo y el exceso de éste favorece a su disolución. (*Dentaltix Deposito Dental online , 2019*)

Entre sus ventajas tenemos la liberación de Flúor el cual favorece una actividad bacteriostática, resistencia a la compresión mayor que el fosfato de zinc, siendo la resistencia a la tracción similar, fácil manipulación y translúcido. El elevado peso molecular de su componente ácido inicialmente tiene un pH ácido pero rápidamente aumenta después de iniciada la mezcla evitando la toxicidad pulpar. Sin embargo es muy soluble a la humedad, por lo cual requiere aislamiento absoluto. (*Dentaltix Deposito Dental online , 2019*)

Por esta condición surgieron los ionómeros modificados con resina los cuales ofrecen mejor estética y estabilidad química. Para mejorar su capacidad de adhesión, se utilizó el primer para remover el barrillo dentinario mejorando el ingreso del Ionómero que tiene una consistencia viscosa y como resultado forma una mejor capa híbrida. Presenta dos tipos de endurecimiento, la típica reacción del ionómero de tipo ácido-base y la de las resinas fotoactivadas. Entre sus componentes tenemos:

Polvo: Sílice, aluminio, flúor, fotoiniciadores

Líquido: Ácido poliacrílico, copolímeros carboxilos, hidroxietil metacrilato (HEMA), agua.



Resina Fotopolimerizable

En el siguiente cuadro se presenta las diferencias de acuerdo a la funcionabilidad de los ionomeros convencionales y los ionomeros reforzados con resina los cuales ya utilizan la lámpara de fotopolimerización.

Propiedades de CIV y CIV reforzado con resina		
Propiedades	CIV convencional	CIV reforzado con resina
Tiempo de fraguado 37°C	7 minutos	5-6 minutos
Espesor de película	24 micras	10-22 micras
Fuerza de adhesión a la dentina	1.1-4.5 Mpa	5 Mpa
Fuerza de adhesión al esmalte	2.6-9.6 Mpa	7 Mpa
Resistencia a la compresión	86 Mpa	120-155 Mpa
Resistencia a la tracción	6,2 Mpa	20-24 Mpa
Solubilidad al agua	0,4-1,5% en 24 horas	0,07% en 24 horas
Módulo elástico	7,3 Gpa	0,037 Gpa

3.11 Forros Cavitarios

La primera formulación para un forrador cavitario del tipo barniz modificado, surgió en 1950, desarrollada por Zander, Blenn y Nelson y después ligeramente modificada por Brannstrom y Nyrborg siendo encontrada en el comercio con el nombre de Tubulitec. Se conoce como barniz modificado, que presenta una composición más compleja que los barnices convencionales y son generalmente compuestos por hidróxido de calcio, óxido de zinc, fluoruros y resina poliestirénica, disueltas en cloroformo. Cuando son aplicados en la cavidad el solvente se evapora dejando una película protectora de aquellos materiales, adherida a las paredes cavitarias.

Actualmente los forros cavitarios son recubrimientos que se colocan en espesores que no superan los 0.5 mm, actúan como selladores cavitarios y ofrecen varios efectos benéficos, como la liberación de fluoruro, adhesión a la

estructura dentaria y/o una acción antibacteriana que promueve la recuperación de la pulpa. Los forros cavitarios pueden ser cementos o resinas de endurecimiento químico, físico o dual (Dycal, Life, Ketac-Bond, Cavalite, Vitre-Bond, etc.) o productos que forman una capa por evaporación del solvente (*Hydroxylite, Tubulitec, etc.*). (Ramon, s.f.)



3.12 Resina Dual

El término "fluido", fue utilizado por primera vez en 1979, para describir un material compuesto introducido en Europa, posteriormente en 1995, fue aplicado el mismo término para un nuevo material a base de resina híbrida de baja viscosidad lanzado al mercado por la compañía Kerr, bajo el nombre de Revolution. Las resinas fluidas, llamadas también resinas compuestas de baja viscosidad, poseen una composición semejante a la de las resinas convencionales, es decir, tienen una matriz orgánica de bis-GMA y algunos de ellos UDMA (dimetacrilato de uretano), molécula de viscosidad menor a la del bis-GMA. Sin embargo, las ventajas que podría otorgar esta nueva combinación a las propiedades físicas o mecánicas del material, todavía necesitan mayor investigación.

Las partículas de relleno utilizadas en estos compuestos son generalmente cristales de bario, sílice, cristales de borosilicato de bario, con un tamaño de partícula que varía entre 0.7 a 1.5 μm en un porcentaje que va de 37 a 53% del volumen total. Así mismo, algunos de estos materiales presentan en su

composición cierta cantidad de flúor, en forma de trifloruro de iterbio o vidriofluorosilicato de bario aluminio, el cuál es eliminado de manera continua.



Capitulo IV Daños en la visión por la luz Azul de la lámpara de fotopolimerización

4.4 Fotopolimerización en la práctica Odontológica

La Odontología como parte de la ciencia de la salud ha buscado siempre que tanto los aparatos como los materiales dentales estén en contante cambio para el mejoramiento de los tratamientos así como de la atención hacia los pacientes.

Los materiales dentales han evolucionado para que sean mucho más sencillos de utilizar. Uno de los cambios más notales en los materiales es la utilización de la luz como método para generar una acción foto-activación.

De los últimos treinta años hasta la época actual la ciencia de los materiales dentales ha estado en la búsqueda de fuentes de luz capaces de realizar la foto-activación sin provocar algún cambio perjudicial en la salud del profesional como de los pacientes.

A mediados de los años 70, la luz ultravioleta fue el primer tipo de fuente luminosa utilizada en odontología pero su remplazo fue muy rápido debido a la poca efectividad en la penetración en los materiales, la foto-activación era muy lenta y los riesgos en la piel y en la visión eran evidentes. Por este motivo la búsqueda de otras fuentes de luz tomo mayor importancia en ese momento. Fue a mediados de los 80 y mitad de los 90 cuando la fuente de luz fue la halógena la cual estuvo como principal ya que la prioridad fue la mejora en la polimerización de los materiales. *Lafuente David (2005)*

Con la prioridad en mente del mejoramiento de los materiales; la búsqueda de fuentes de luz siguió en investigación pero sin tomar en considerar que pudiera general algún tipo de daño.

Con la aparición de la luz halógena dio inicio a la búsqueda de otras fuentes de luz con la idea de mejorar los procesos de fotopolimerización como ya mencionada en el capítulo.

La característica principal en estas lámparas es que emiten una fuente de luz azul la cual realiza el proceso de endurecimiento de los materiales. El compuesto principal que hace posible el proceso químico foto iniciador son las canforoquinonas que son especialmente sensibles a la energía lumínica en el rango de 470-475nm de longitud de onda (luz Azul) lo cual lleva a la aparición de radicales libres capaces de generar la reacción química en el compuesto.

Las lámparas de fotopolimerización en la Odontología moderna son utilizadas diariamente para los tratamientos como resinas, cemento para brackets, blanqueamiento dentales, entre otras.

Las lámparas emiten una luz Azul que en exposición prolongada produce efectos dañinos a la salud pero en particular al órgano de la visión.

Por este motivo *Arias (1993)* menciona que es conveniente dar un campanazo de alerta para que los conocimientos en los riesgos ya conocidos como los rayos x, el mercurio, las malas posiciones del operador; no se sume el daño ocular por el uso indebido de la luz de la lámpara de fotopolimerización y prevenir con esto que tanto el paciente como el odontólogo presenten algún tipo de Daño.

Cuando utilizamos la lámpara de fotopolimerización en una consulta; varias partes del ojo actúan como un filtro natural. La cornea es la primera en ser alcanzada por las longitudes de onda menor a 300 nm y el resto es captado por el humor acuoso. El iris y cristalino son los principales filtros y una cantidad progresiva de radiación penetra en la retina.

Cuando estamos afectando a la retina o partes anatómicas adyacentes, por el uso inadecuado de las lámparas, surgen muchos interrogantes de cual serían los posibles daños al utilizar la luz azul.

Los daños más evidentes por la utilización inadecuados de la lámpara de fotopolimerización son:

- Fotoretinitis aguda
- Degeneración macular

- Fotoqueratitis
- Cataratas
- Disminución de la Agudeza Visual
- Síndrome de radiación aguda
- Efecto acumulativo
- Desnaturalización de los fotorreceptores
- Quemaduras retíneas

4.1 Efecto Acumulativo

Varias partes del ojo actúa como filtros naturales. La cornea es la primera en ser irradiada y filtra algunas longitudes de onda de radiaciones incipiente (menores de 300nm) y el resto es captado por el humor acuoso. El iris, el cristalino y el humor vítreo, absorben cada uno de ellos de acuerdo a las características espectrales.

Todas las estructuras antes mencionadas pueden ser lesionadas por los rayos U.V, sin embargo los rayos visibles pueden alcanzar a la retina de manera inmediata por lo que pueden ser peligrosos.

En un estudio aplicado en el mono Rhesus, se sometió a radiaciones con luz azul de 325 nm y encontraron que el daño retinal se producía con menos exposición de la necesaria para dañar la córnea y la retina.

La longitud de onda de la luz que polimeriza las resinas está en el rango de 468 a 480 nm, es uno de los más dañinos para los ojos. El estudio realizado por el *Doctor Ham* demostró que se podía producir quemaduras retíneas tras exposiciones a la luz en exposiciones menores a un segundo, las quemaduras aumentaban su gravedad a medida que se incrementaba también el tiempo de exposición. (Antonio, 1993)

A este tipo de daño ocular se le denomina retinitis solar. Las quemaduras retíneas aparecen 48 horas después de la exposición a la luz y cicatrizan en 20 o 30 días. Las áreas afectadas se convierten en un tejido degenerativo irrecuperable

que en otras palabras envejece rápidamente las células de la retina por lo que el daño a la retina es irreparable ya que los conos fotorreceptores de la retina dañados no pueden regenerarse.

Se considera que el límite mínimo por debajo del cual ya se produce daño grave es de 510 nm. La longitud de onda más corta, las esenciales para polimerizar las resinas compuestas son exponencialmente más peligrosas que las longitudes de onda más largas.

En otro estudio demostraron que ante una exposición prolongada a muy bajos niveles de luz Azul (463nm, la misma longitud de onda que utiliza la resina) se produce una ceguera azul permanente.

El tiempo medio de cicatrización de un daño producido por la luz azul es de 30 días, pero si hay una exposición adicional, el daño es más profundo. En las pruebas en monos Rhesus a longitudes de onda a muy bajos niveles repetidas puede provocar una afectación retinal acumulativa. También se observó que el efecto acumulativo resultante a exposiciones múltiples en intervalos de un día es 91 % mayor que en una sola exposición por lo que es peligroso someter el ojo humano a exposiciones repetidas e incluso a bajos niveles de luz azul.

Cuando más joven es el ojo, más profundo es el daño que produce la luz, por tal motivo los profesionales deben poner más cuidado en que los niños miren la luz en la consulta ya que se podría producir un daño profundo para toda la vida.

4.2 Desnaturalización de los Fotorreceptores

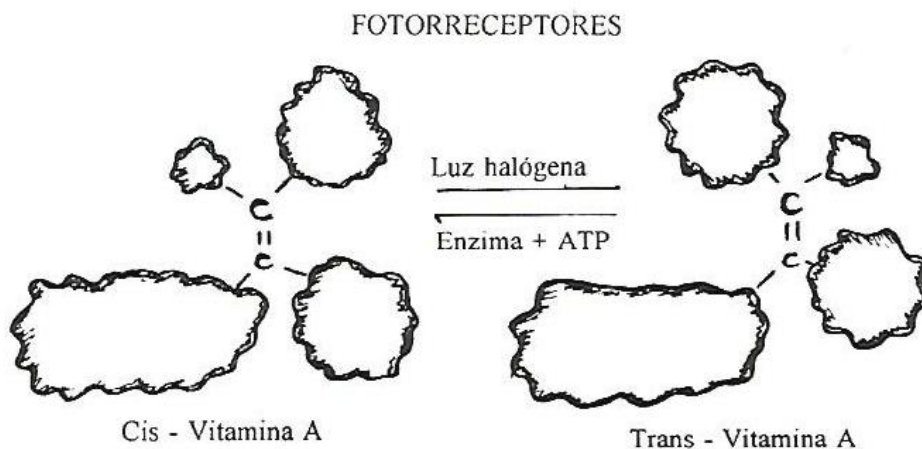
Las lámparas de polimerización actuales producen una luz azul de alta energía que son capaces de fraguar las canforoquinonas de las resinas compuestas formando radicales libres que hacen posible la polimerización de las resinas.

Se afirma que la luz azul forma en los ojos radicales libres reactivos al igual que las resinas, que reaccionan con el agua de las células dando como resultado la formación de peróxidos en las células de la retina, los cuales dan como resultado la desnaturalización en los fotorreceptores.

Los resultados son muy nocivos para la visión y se estima que la luz azul es 33 veces más dañinas para los fotorreceptores de la retina que la luz UV. Se piensa que las dosis de luz azul son igualmente peligrosas ya que los procesos visuales al igual que la química del fraguado del mecanismo bioquímico de la visión utiliza también cadenas dobles de carbono.

Los fotorreceptores del ojo humano parecen depender de la rotación de un doble enlace de carbono de una molécula de vitamina A en una posición cis de alta energía. Cuando un fotón de luz choca contra el doble enlace, la vitamina A cambia a una posición trans de baja energía y se provoca el proceso de la visión.

La vitamina A recupera su posición cis consumiendo ATP y queda nuevamente en disposición de reaccionar a la luz. La luz azul lo que ocasiona es que destruye estos delicados fotorreceptores convirtiendo el doble enlace de alta energía en radicales libres que con el paso del tiempo provoca la sensibilidad irreversible al color Azul. (Antonio, 1993)



Cuanto más joven es el ojo, más profundo es el daño que produce la luz; por lo que los profesionales debemos tener cuidado cuando lo ocupamos en niños ya que podemos ocasionar un daño profundo e irreversible para toda la vida.

4.3 Quemaduras retíales

Las quemaduras retíales aparecen en las primeras 48 horas después de la exposición a la luz y la cicatrización es de 20 a 30 días.

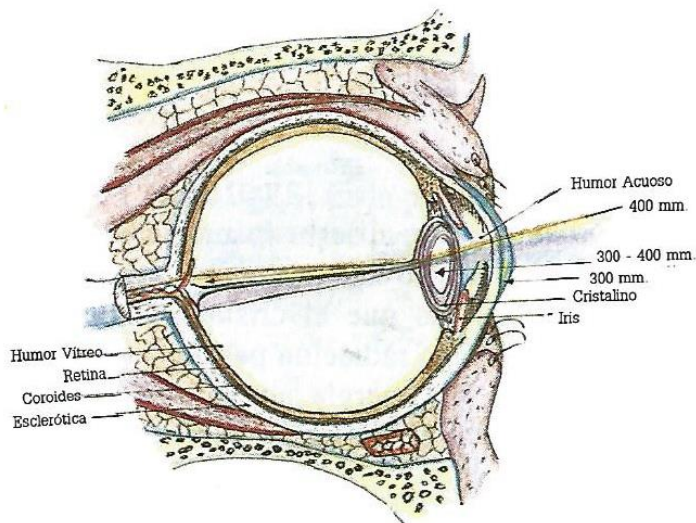
Las Áreas cicatrízales se convierten en un tejido degenerativo irrecuperable que a nivel histológico toma la apariencia de una degeneración macular senil, en otras palabras, la exposición a la luz envejece rápidamente a las células por lo que el daño es irreparable ya que los fotorreceptores de la retina dañados no se pueden regenerar.

Se considera que el límite mínimo por debajo del cual puede generar Daño Grave es de 510 nm (ondas cortas). 441nm es más 2.5 veces más peligrosa que la longitud de 488nm. (Antonio, 1993)

En un estudio realizado a los monos rhesus, los cuales son los animales más semejantes a los humanos, se sometieron a una exposición prolongada de luz Azul (463nm), esta longitud de onda es la que se utiliza para polimerizar las resinas, se producía una ceguera azul permanente y en otros produjo afectación en la retina acumulativa.

El tiempo medio de cicatrización de un daño producido por la luz azul es de 30 días; si durante este periodo se produce una exposición adicional el daño es aún más profundo. Por este motivo puede ser peligroso someter el ojo humano a exposiciones repetidas e incluso a bajos niveles de luz Azul, por lo que debe evitarse a toda costa.

El ojo humano se ha seccionado para ilustrar su exposición a distintas longitudes de onda del espectro electromagnético. La córnea absorbe los rayos de 300 nm., mientras que el cristalino absorbe los rayos entre 300 y 400 nm. Por lo tanto, la retina se expone a rayos lumínicos de 400 nm.



(Antonio, 1993)

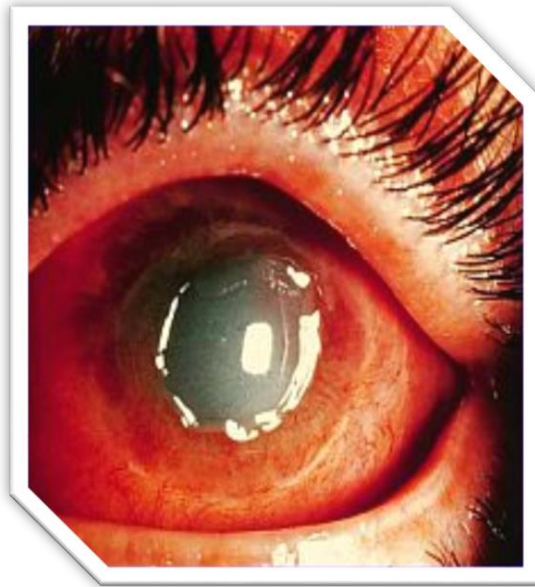
4.5 Fotoretinitis aguda

Es un desorden que afecta la capacidad de la retina para responder a la luz. Este padecimiento causa la pérdida lenta de la visión, comenzando por una retinitis pigmentaria que es un grupo de problemas oculares que afectan a la retina.

La retinitis pigmentaria en las personas afecta con la pérdida gradual de la visión pero no genera una ceguera completa. (Boyd, 2019)

La Fotoretinitis se manifiesta por la inflamación de la retina por la exposición excesiva de luz y también está acompañado por conjuntivitis que es igualmente una inflamación pero de la conjuntiva.

Los principales signos son la incapacidad para ver con luz tenue, pérdida de la visión, trastorno de la visión, visión borrosa o estrechamiento concéntrico del campo visual



4.6 Degeneración macular

La retina es una membrana sensible a la luz que está situada en la superficie interna de la zona posterior del ojo. El centro de la retina se denomina mácula, reúne la mayor densidad de nervios sensibles a la luz, y gracias a ella nuestra visión es más nítida y detallada. La córnea y el cristalino se encargan de concentrar la luz sobre la retina. Cuando la mácula, el área central y más importante de la retina, se deteriora, se produce una enfermedad conocida como degeneración macular.

La degeneración macular asociada a la edad pueden estar implicados mecanismos inmunes, se sabe que existen otros factores como, por ejemplo, la constitución genética y la exposición a la luz, que probablemente sean también determinantes para esta enfermedad.

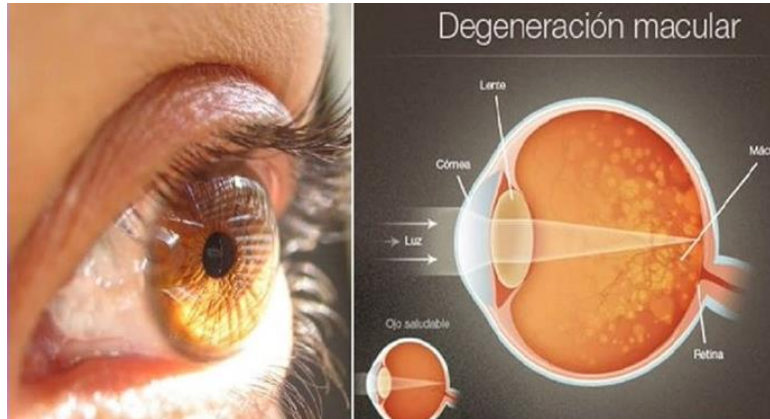
Desde hace mucho tiempo se conoce que la luz tiene un efecto fototóxico sobre varios tejidos oculares y especialmente sobre la retina. Este daño retiniano fototóxico depende de la intensidad de la luz, de su longitud de onda y del tiempo de exposición. Así, exposiciones a luz intensa de forma aguda producen un daño térmico, mientras que exposiciones a luz no tan intensa pero de forma crónica producen un daño fotoquímico.

A continuación se producen una serie de especies de oxígeno reactivo que son oxidantes y, por lo tanto, muy tóxicas para la célula en la que se ha producido la reacción fotoquímica. En la retina, las moléculas que absorben los fotones de la luz están fundamentalmente contenidas en los fotorreceptores o en el epitelio pigmentario. Por ello, estos dos tipos celulares necesitan unos sistemas antioxidantes que les protejan de los efectos de la luz.

En humanos, la luz puede causar dos patologías retinianas diferentes, dependiendo de las características de la exposición. La exposición aguda a una gran cantidad de luz produce la llamada retinopatía fototóxica. La etiología más común de este tipo de retinopatía es la yatrogénica, ya que ha descrito fundamentalmente después de la cirugía ocular. Pero además, se sospecha que la exposición crónica de la retina a la luz puede estar implicada en el desarrollo y/o evolución de varias enfermedades retinianas y, entre ellas, de la degeneración macular asociada a la edad. (VILLEGAS, 2005)

Para estudiar los efectos fototóxicos de la luz en la retina se han utilizado a menudo animales a los que se expone a luz intensa de forma aguda. Estos estudios han documentado que la luz es capaz, en determinadas circunstancias, de producir muerte de los fotorreceptores y de las células del epitelio pigmentario.

También han documentado que la muerte de los fotorreceptores producida por la luz ocurre por apoptosis y es dependiente de la rodopsina al menos en el ratón y posiblemente también otras especies.



4.7 Fotoqueratitis

La Fotoqueratitis es una enfermedad ocular dolorosa que ocurre cuando el ojo se expone a rayos de energía invisibles llamados rayos ultravioletas (UV), ya sea proveniente del sol o de una fuente artificial. La Fotoqueratitis es como tener una quemadura solar en el ojo. Esta condición afecta a la capa superficial delgada de la córnea (la ventana delantera transparente del ojo) ya la conjuntiva, que es la capa de células que cubre el interior de las párpados y la parte blanca de los ojos.

El efecto que provoca este padecimiento es similar al tener una quemadura solar en el ojo, dado que afecta a la capa más superficial de la córnea; así mismo si miramos directamente la luz del sol o aparato artificial que genere una longitud de onda semejante puede provocar daños en la retina y generar una catarata que dependerá de la radiación acumulada a lo largo de la vida.

Los síntomas con mayor prevalencia son:

- Dolor
- Enrojecimiento
- Visión borrosa
- Lagrimeo



- Sensación arenosa
- Inflamación
- Sensibilidad a luces brillantes
- Dolor de aureolas
- Pupilas pequeñas
- Pérdida temporal de la visión (en casos muy aislados)

(American Academy of Ophthalmology, 2016)

Fases

Inicialmente comenzamos a ver peor, como si estuviéramos deslumbrados. En esta fase aún no hay lesión ocular y recomendamos proteger los ojos con las gafas.



La siguiente fase es la que se conoce como fotofobia, donde la luz nos molesta cada vez más, notamos como si tuviéramos arenilla en los ojos al parpadear. En este estadio ya hay una afectación de la córnea, la queratitis por radiación ultravioleta.



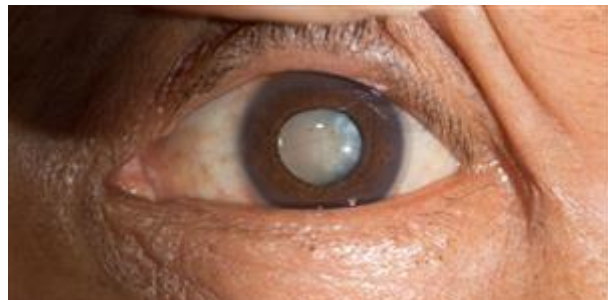
Cuando entramos en la tercera fase, el dolor o escozor de ojos se asocia a una mayor pérdida de visión y es probable que se esté dañando la retina. En esta situación es estrictamente necesario protegerse de la luz, tapar los ojos y acudir a la mayor brevedad posible a un oftalmólogo para que pueda evaluar la situación.



4.8 Cataratas

Dentro de los ojos, tenemos un lente natural. El lente, o cristalino, dobla (refracta) los rayos de luz que ingresan en el ojo para ayudarnos a ver. El cristalino debe ser transparente.

Una catarata es una nubosidad (opacidad) en el cristalino del ojo que dificulta la visión



Si tiene catarata, el cristalino se nubla. Es similar a mirar a través de un parabrisas empañado o empolvado. Con catarata, las cosas pueden lucir borrosas, nubladas o menos coloridas. Existen factores, aparte de la edad, que pueden anticipar la aparición de cataratas. Un golpe, una punción, un corte, el calor intenso o una quemadura causada por agentes químicos son factores que puede lesionar el cristalino dando lugar a una catarata traumática.

Progresión de los síntomas de catarata

- Visión borrosa
- Ver doble (cuando ve dos imágenes en lugar de una)
- Mucha sensibilidad a la luz
- Tener dificultad para ver bien de noche o necesitar más luz para leer
- Ver los colores brillantes atenuados o amarillentos.

(Boyd, ¿Qué son las cataratas?, 2020)

El envejecimiento es la causa más común de las cataratas. Esto se debe a cambios normales en el ojo que se producen después de los 40 años aproximadamente. A partir de esa edad, las proteínas normales del cristalino comienzan a desintegrarse. Esto hace que el cristalino se vuelva nublado. Las personas de más de 60 años suelen tener sus cristalinos algo nublados.

4.9 Disminución de la Agudeza Visual

Existen muchos tipos de problemas y perturbaciones visuales entre las cuales se pueden mencionar: visión borrosa, halos, puntos ciegos, moscas volantes y otros síntomas. La visión borrosa es la pérdida de la agudeza visual y la incapacidad para visualizar pequeños detalles. Los puntos ciegos (escotomas) son "agujeros" oscuros en el campo visual en los cuales no se puede ver nada.

- Presbiopía: que significa dificultad para enfocar objetos que están cerca. A menudo, se vuelve notoria de los 40 a los 45 años.

- Cataratas: una opacidad sobre el cristalino del ojo que conduce a tener una visión pobre en la noche, halos alrededor de las luces y sensibilidad al resplandor. La visión en el día también se ve finalmente afectada. Las cataratas son comunes en los ancianos.
- Glaucoma: aumento de la presión en el ojo, ocasionando visión pobre en la noche, puntos ciegos y pérdida de la visión en cualquiera de los lados. Esta afección es una causa importante de ceguera y puede presentarse gradual o súbitamente; en este último caso, es una emergencia.
- Degeneración macular: pérdida de la visión central, visión borrosa (especialmente al leer), visión distorsionada (como ver líneas en forma de ondas) y los colores aparecen desvanecidos. Ésta es la mayor causa de ceguera en personas de más de 60 años.
- Infección, inflamación o lesión ocular.
- Moscas volantes: pequeñas partículas que flotan a través del ojo. Aunque a menudo son breves e inofensivas, pueden ser un signo de desprendimiento de la retina.
- Desprendimiento de la retina cuyos síntomas incluyen: moscas volantes, destellos de luz a través del campo visual o una sensación de una sombra o cortina que cuelga en un lado del campo visual.
- Neuritis óptica: inflamación del nervio óptico debido a una infección o esclerosis múltiple. Se puede sentir dolor al mover el ojo o tocarlo a través del párpado.
- Accidente cerebrovascular o AIT
- Tumor cerebral
- Sangrado dentro del ojo
- Arteritis temporal: inflamación de una arteria en el cerebro que suministra sangre al nervio óptico.
- Cefalea: puntos de luz, halos o patrones en zig-zag son síntomas comunes antes de comenzar el dolor de cabeza. Una migraña oftálmica se presenta cuando hay únicamente cambios visuales sin dolor de cabeza.

(Pro Visu, 2020)

Capítulo V Protección Ocular

La práctica odontológica y la bioseguridad están estrechamente ligadas, ya que ésta es el conjunto de medidas preventivas que tienen como objeto proteger la salud y la seguridad tanto personal de los profesionales como de los pacientes frente a los diferentes riesgos producidos por agentes biológicos, físicos, químicos y mecánicos que se emplea en las consultas. (*Jenny, 2004*)

En la mayoría de las situaciones clínicas, la utilización de la lámpara es de vital importancia. En algunos casos el contacto con la luz es de manera reflejada, pero se recomienda en todos los casos utilizar una protección ocular. Una de las mejores protecciones consiste en evitar por completo la luz de Foto polimerización o cubrir la zona con un objeto oscuro.



Algunos clínicos cubren la luz con la mano pero al igual que en la vista aún se desconoce el posible daño en la piel.



Uno de los métodos simples pero con cierta efectividad es cubrir durante el trabajo con la cara reflejante del espejo bucal de manera que el exceso de la luz se refleje nuevamente hacia la zona de polimerización, con la finalidad de mejorar el foto curado.



En caso de no ser efectivo, puede utilizarse una servilleta para tratar de cubrir todo el campo operatorio para no tener contacto con el reflejo de la lámpara.

Otro medio de protección son las gafas las cuales protegen los ojos de la luz con una efectividad del 99%. Una de las desventajas es el constante reemplazo de las gafas ya que con el paso del tiempo se descolora y pierde parte de su efectividad.

(Antonio, 1993)



El escudo de luz visible de mano (Premier Cure-Shield) bloquea eficazmente la luz azul y ultravioleta potencialmente dañina en longitudes de onda inferiores a 525 nanómetros que, después de una exposición prolongada, pueden causar quemaduras fotoquímicas de la retina.



Capítulo VI Lámparas utilizadas en Odontología

6.1 Bluephase N

Para cubrir por completo todo el rango de longitud de onda y proporcionar una intensidad de luz de 1,200 mW/cm², la lámpara de polimerización LED Bluephase N establece los más altos estándares. Reúne todas las demandas del procedimiento dental del día a día gracias a sus múltiples innovaciones.

Características

- Polywave LED con un espectro de banda igual al halógeno de 385 a 515 nm
- Alta intensidad lumínica de 1.200 mW/cm² para reducción tiempos de polimerización comenzando desde los 10 segundos.
- Conducto de luz de 10 mm para un gran área de polimerización
- Indicado para una polimerización rápida de todos los sistemas de fotoiniciadores
- Para todas las indicaciones gracias al enfriamiento continuo
- Click & Cure para una operación de emergencia sin batería con la fuente de alimentación.
- Conducto de luz giratorio de 10mm para un acceso óptimo a todas las áreas restauradas.

Indicaciones

Indicado para la polimerización de materiales dentales fotopolimerizables en el rango de longitud de onda de 385 – 515 nm

Estos materiales incluyen los restaurativos, adhesivos, bases, liners, selladores de fisuras, provisionales, así como materiales de cementación de brackets y restauraciones indirectas, tales como inlays de cerámica.



6.2 Woodpecker

Lámpara de fotocurado inalámbrica LED B de Woodpecker

Características de la lámpara de fotocurado inalámbrica LED B:

La lámpara LED B de Woodpecker es una lámpara de fotocurado con tecnología LED

Voltios y capacidad: 3.7V/200mAh.

Batería sin efecto memoria

En cuanto a la luz de la lámpara de fotopolimerización:

Fuente de luz: luz azul.

Onda de luz: 420nm a 480 nm.

Intensidad de luz: 100mW/cm

Con cuatro modos de tiempo de trabajo de 5, 10, 15 y 20 segundos.

Potencia 1000 mW/cm² - 1700mW/cm².



6.3 Lámpara de Resinas LED inalámbrica Roja Dent

Características:

- Modos de trabajo: Máxima intensidad, Rampa y Pulso.
- Hasta 10,000 horas de vida del LED.
- Pequeña 24 x 100 cm.
- Ligera 220 gr.
- Voltaje 110 - 220 V.
- Batería de Litio de 2200 mAh.
- Punta de fibra óptica autoclavable a 135 C.
- Longitud de onda de 420 a 480 nm.
- Potencia 1500 mW/cm



Capítulo VII. Estudio sobre el daño a la vista del odontólogo que causa el uso de la luz azul de la lámpara de Fotopolimerización

7.1 MARCO METODOLÓGICO

Es el conjunto de acciones destinadas a describir y analizar el fondo del problema planteado, a través de procedimientos específicos que incluye las técnicas de observación y recolección de datos, determinando el “cómo” se realizará el estudio, esta tarea consiste en hacer operativa los conceptos y elementos del problema que estudiamos.

Cuando ya se ha formulado el problema de investigación y sus objetivos, y se han establecido las bases teóricas que orientan su desarrollo para precisar el tipo de datos a indagar, deben incorporarse procedimientos operacionales para descubrir y analizar los aspectos que definen su estudio a partir de algunos conceptos teóricos convencionalmente aceptados, pero que es necesario realizar el desarrollo de un estudio.

Sampieri menciona que el marco metodológico es la instancia referida a los métodos, las diversas reglas, registro, técnica y protocolo con los cuales una teoría y su método calculan las magnitudes de lo real. Todos estos puntos son los que se buscan en esta investigación. *(Sampieri Hernandez, 2014)*

En función de los objetivos definidos en un determinado estudio, se emplearán una serie de instrumentos y técnicas de recolección de información, orientadas de manera esencial a alcanzar los fines propuestos.

Un instrumento de recolección de datos es un dispositivo o formato (en papel o digital), que se utiliza para obtener, registrar o almacenar información.

7.2 NATURALEZA DE LA INVESTIGACIÓN.

En relación a la naturaleza de la investigación, los materiales Dentales han evolucionado con el propósito de reducir de manera significativa los tiempos de trabajo y el modo de empleo. Estos materiales iniciaron con el empleo lámparas de fotopolimerización luz ultravioleta como agente activador. Con el paso del

tiempo evolucionaron las lámparas con la finalidad de cortar los tiempos de exposición.

Las modalidades de la fotopolimerización han cambiado mucho en los últimos 30 años con el desarrollo de diferentes tipos de fuentes de polimerización como la lámpara halógena, la lámpara de arco de plasma, la lámpara laser y la lámpara de luz emitida por diodos; sin embargo, el órgano de la visión en los profesionales corren el riesgo de sufrir daños oculares acumulativos, principalmente debido a la reflexión de la luz azul.

Es por ello que se busca dar una alerta sobre los daños que puede generar la utilización de la lámpara de fotopolimerización en caso de no tener los cuidados necesarios en el manejo en la práctica odontológica. Para este estudio se tomara un diseño transeccional exploratorio. Este estudio nos permite conocer una variable, evento o situación. Se trata de realizar un estudio en un problema de investigación nuevo o poco conocido que ayudara a que se formen nuevos diseños y establecer una investigación más sólida sobre las bases de este primer acercamiento o comenzar un estudio que indague a más individuos.

7.3 MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio fue aplicado en los Odontólogos ubicados en el Municipio de Ocoyoacac, Estado de México.

La población estudiada fue de 38 odontólogos.

Se aplicó una encuesta con 10 preguntas.

Estas preguntas fueron realizadas y evaluadas en SurveyMonkey (Este programa evalúa las respuestas y realiza tablas y graficas)

Por último se realizó un análisis descriptivo de las variables involucradas para determinar el daño causado en la vista de los odontólogos participantes por el uso de la luz azul de la lámpara de fotopolimerización.

7.4 POBLACIÓN Y MUESTRA

Se tomó una población de 38 odontólogos del municipio de Ocoyoacac.

Se les aplicó una encuesta a los odontólogos participantes, con el objetivo de medir los conocimientos que tenían con respecto al daño que produce la luz azul de la lámpara de foto curado durante su uso en la práctica odontológica

7.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Toda la información de la encuesta se recolectó de forma digital en una base de datos diseñada para establecerla en un formulario en línea mediante el programa SurveyMonkey.

Con la información fue posible realizar una base de datos y desarrollar los puntos de vista propuestos en esta investigación.

CUESTIONARIO



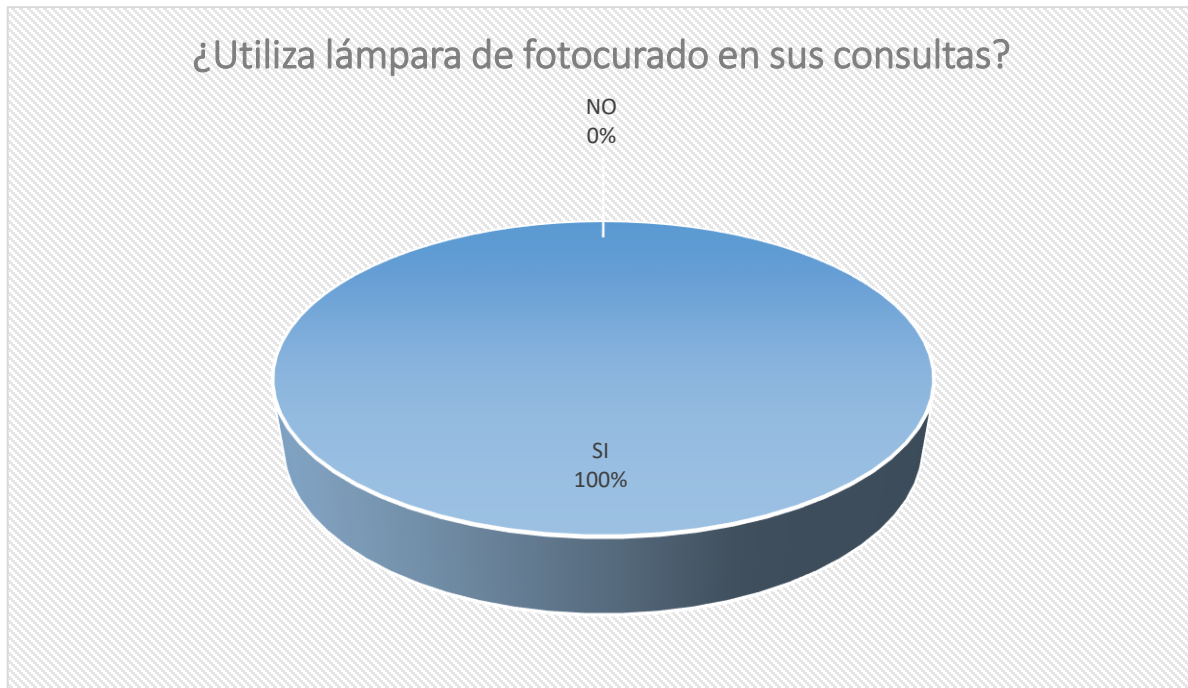
"Daños causados en la vista al utilizar la lámpara de Fotopolimerización en la Práctica Odontológica" Edad _____ Tiempo de servicio _____

En Odontología la actualización de los materiales es de manera activa; muchos de ellos han tomado la foto activación como parte de su componente. Las lámparas de Fotopolimerización para generar la foto activación utilizan la luz visible (azul), que en la visión nos provoca daño.

	Si	No
1.-Utiliza lámpara de fotocurado en sus consultas		
2.- Al utilizar su lámpara de fotocurado; sigue las indicaciones para su correcto manejo.		
3.-¿Qué lámpara de fotocurado utiliza		
4.- Conoce la intensidad y tipo de luz que genera su lámpara de fotocurado		
5.- Mira de forma directa la luz emitida por el lente de su lámpara de fotocurado sin protección		
6.- Mira la luz reflejada por su lámpara de fotocurado sobre los dientes u otras superficies.		
7.-Utiliza las medidas de bioseguridad adecuadas durante el uso de su lámpara de fotocurado		
8.- ¿Qué tan frecuentemente utiliza su lámpara de fotocurado? Diariamente 4-5 días por semana 2- 3 días por semana 1 día por semana		
9.- En un día de consulta; cuantas veces suele utilizar su lámpara de fotocurado		
10.- Utiliza su lámpara de fotocurado por periodos de tiempo superiores a 1 minuto durante una consulta		
11.- Utiliza materiales Fotopolimerizables en su consulta. Por favor, marque los materiales que utiliza Resina Ionómeros de vidrio Linner o protectores Pulpares Selladores de fosas y fisuras Resina dual Resina para brackets Otros: ¿Cuáles?		
12.- A lo largo de sus estudios o práctica profesional ha notado cambios en su visión. Por favor, mencione ¿cuáles?		

ANALISIS DE RESULTADOS

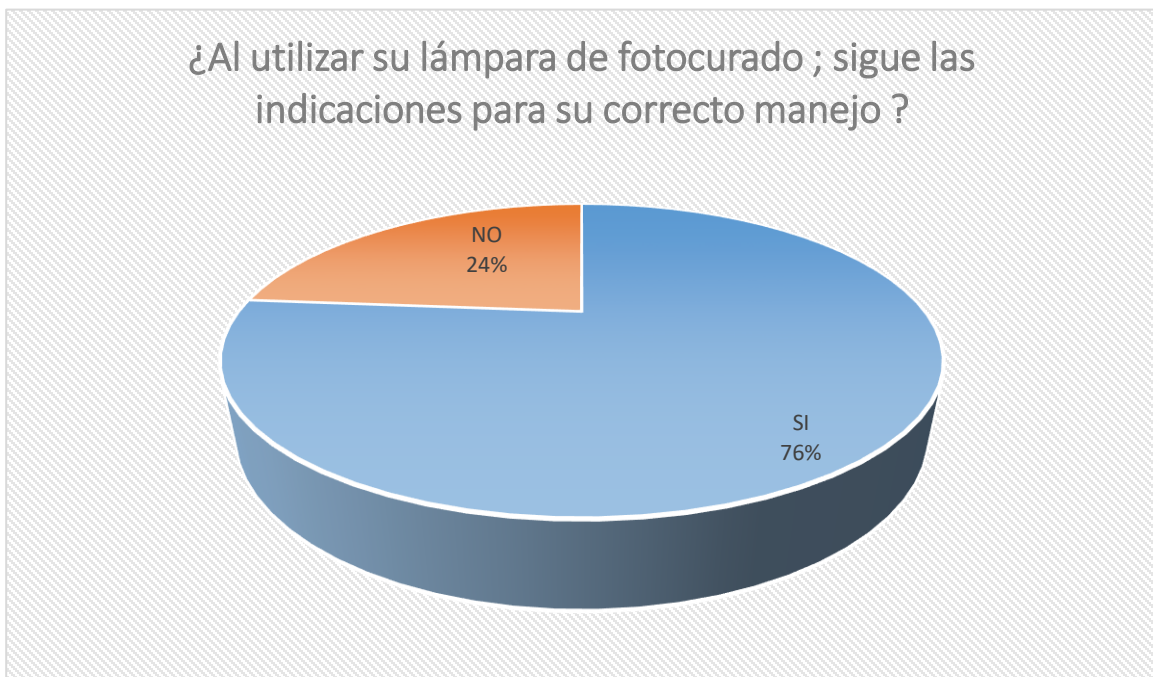
Grafica #1 ¿Utiliza lámpara de fotocurado en sus consultas?



De los 38 encuestados se obtuvo el 100% afirmativo, que indica que todos utilizan la lámpara de fotocurado en su práctica clínica. Como podemos observar la lámpara de fotocurado es de muy frecuente uso por parte del odontólogo, de ahí la importancia de que se utilice de manera adecuada y con las barreras de protección necesarias, para evitar que la luz azul que emite dañe la retina. Los conos y los bastones son los fotorreceptores capaces de la transmisión de los impulsos al ser expuestos a un estímulo luminoso.

(Titora, 2013).

Grafica Numero #2 ¿Al utilizar su lámpara de fotocurado; sigue las indicaciones para su correcto manejo?

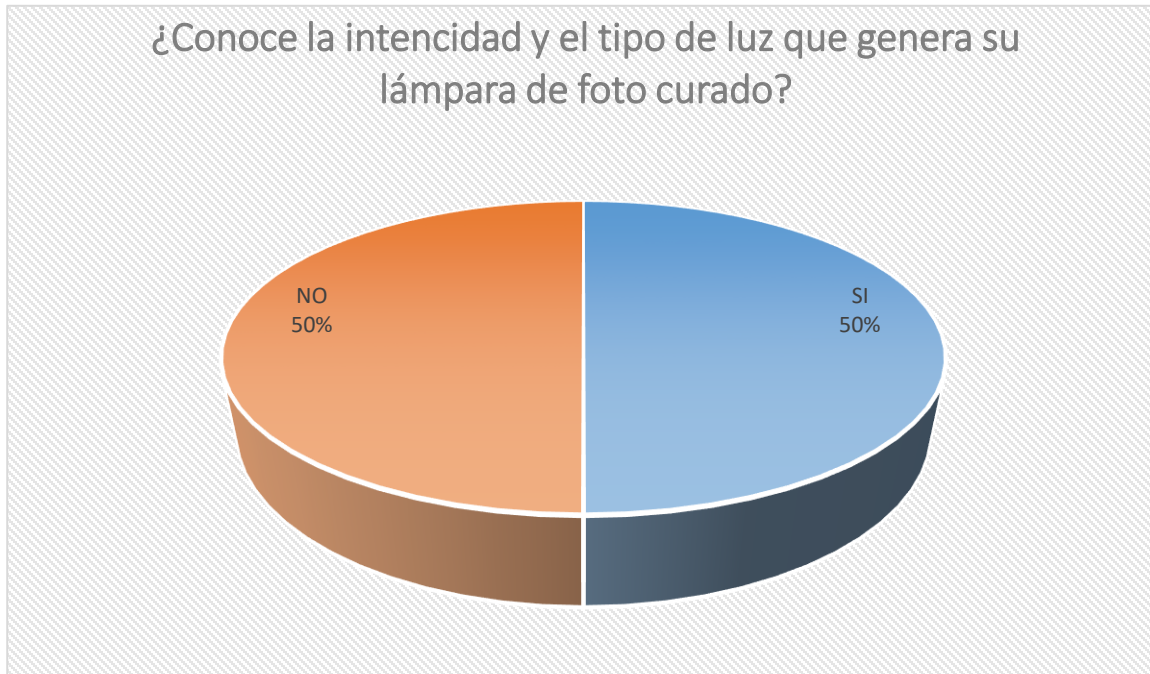


En esta grafica se observó que el 24% de los encuestados mencionan que no siguen las indicaciones al manejo correcto de la lámpara; el 76% de los investigados indican que si siguen las indicaciones para su correcto manejo.

El uso de la lámpara de fotocurado debe estar indicada por cada fabricante o casa comercial pero el uso habitual, hace que no lo llevemos a cabo.

Se considera que el límite mínimo por debajo del cual puede generar Daño Grave es de 510 nm (ondas cortas).441nm es más 2.5 veces más peligrosa que la longitud de 488nm. (Antonio, 1993)

Grafica #3 ¿Conoce la intensidad y el tipo de luz que genera su lámpara de foto curado?

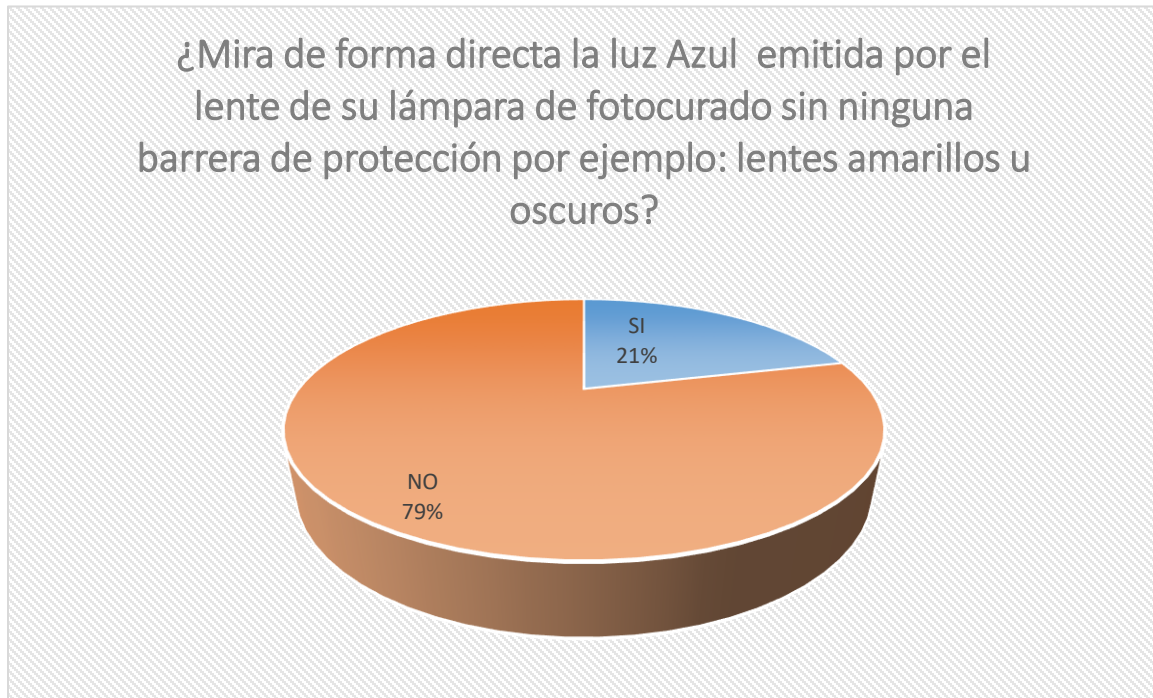


De los profesionales encuestados el 50% menciona que no conoce ni la intensidad ni el tipo de luz de la lámpara de fotopolimerización; el otro 50% mencionan conocer la el tipo de luz y la intensidad de la lámpara de fotopolimerización.

Estos datos mencionan que si los odontólogos no conocen la intensidad ni el tipo de luz, podemos tener una lámpara que nos pueda perjudicar de manera visual ya que si la lámpara emite intensidad más alta podemos generar daño de manera particular a los conos y bastones ya que la exposición provocar daño. La luz puede causar patologías retinianas, dependiendo de la exposición.

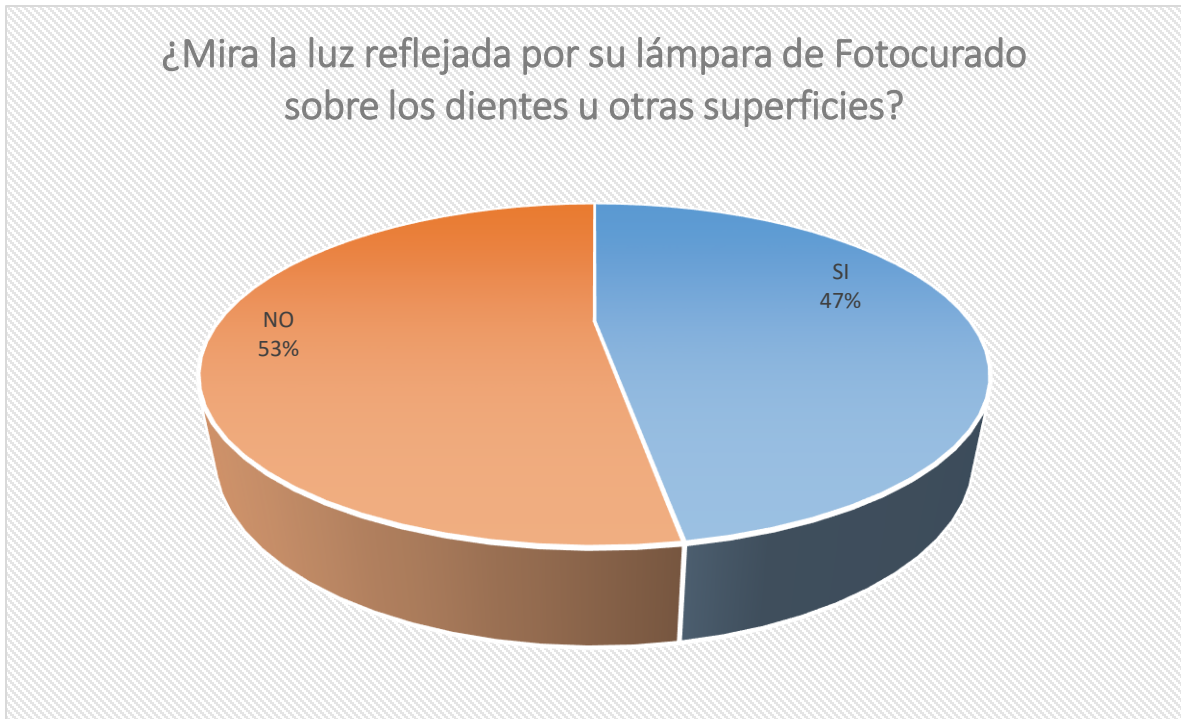
El compuesto principal que hace posible el proceso químico foto iniciador son las canforoquinonas que son especialmente sensibles a la energía lumínica en el rango de 470-475nm de longitud de onda (luz Azul) lo cual lleva a la aparición de radicales libres capaces de generar la reacción química en el compuesto. *Arias (1993).*

Grafica #3 ¿Mira de forma directa la luz Azul emitida por el lente de su lámpara de fotocurado sin ninguna barrera de protección por ejemplo: lentes amarillos u oscuros?



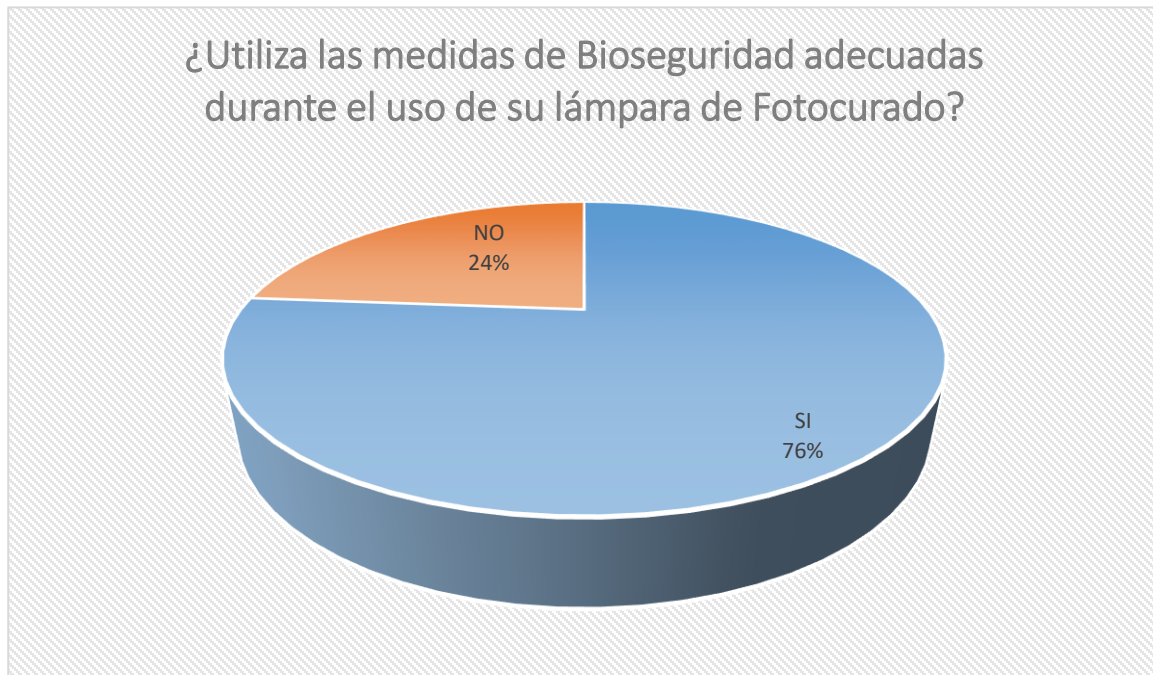
Del 100% de los profesionales encuestados el 21% mencionan que si miran de forma directa la luz emitida por la lámpara de fotopolimerización; el 79 % de los encuestados mencionan que no miran de forma directa la luz Azul emitida por la lámpara. Cuando utilizamos la lámpara de fotopolimerización en los tratamientos es de suma importancia ya que la mayoría de los materiales utilizan la luz para ser activados. Cuando se enciende la lámpara la longitud de onda de la misma viaja en el entorno hasta la visión lo que ocasiona que el ojo inicie con un daño. La Foretinitis aguda es un desorden que afecta la capacidad de la retina para responder a la luz. Este padecimiento causa la perdida lenta de la visión, comenzando por una retinitis pigmentaria que es un grupo de problemas oculares que afectan a la retina. La retinitis pigmentaria en las personas afecta con la pérdida gradual de la visión pero no genera una ceguera completa. (Boyd, 2019)

Grafica #4 ¿Mira la luz reflejada por su lámpara de Fotocurado sobre los dientes u otras superficies?



En el 100% de los profesionales encuestados el 47% menciona que si mira la luz refleja por la lámpara de fotocurado sobre el diente, mientras que el 53% de los investigados menciona que no miran la luz refleja por la lámpara. Cuando realizamos un tratamiento es común que el reflejo en la superficie del diente este presente pero en ocasiones no nos cuidamos del reflejo por lo que el daño en la visión puede provocarse por la contante exposición. La longitud de onda de la luz que polimeriza las resinas está en el rango de 468 a 480 nm, es uno de los más dañinos para los ojos. El estudio realizado por el Doctor Ham demostró que se podía producir quemaduras retínales tras exposiciones a la luz en exposiciones menores a un segundo, las quemaduras aumentaban su gravedad a medida que se incrementaba también el tiempo de exposición. (Antonio, 1993).

Grafica #5 ¿Utiliza las medidas de Bioseguridad adecuadas durante el uso de su lámpara de Fotocurado?



De los profesionales investigados el 24% hacen mención que no utilizan las medidas de bioseguridad durante el uso de la lámpara de fotopolimerización en la consulta; mientras que el 76% de los encuestados menciona que si utiliza las medidas de bioseguridad en la práctica odontológica.

La conceptualización de Bioseguridad, que se asume está expresada como un conjunto de medidas y disposiciones, que pueden conformar una ley y cuyo principal objetivo es la protección de la vida. la Bioseguridad se considera como una Doctrina de Comportamiento, que está dirigida al logro de actitudes y conductas con el objetivo de minimizar el riesgo de quienes trabajan en prestación de salud, a enfermarse por las infecciones propias a este ejercicio, incluyendo todas las personas que se encuentran en el espacio asistencial, cuyo diseño debe coadyuvar a la disminución del riesgo.

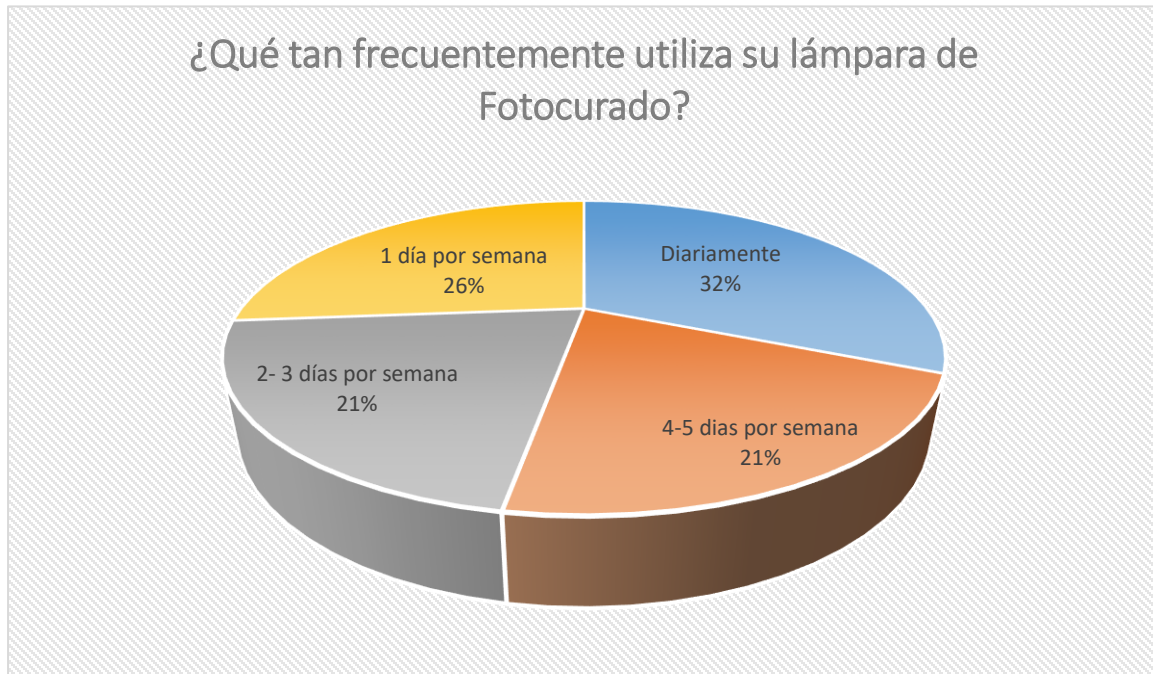
Si existe una exposición prolongada sobre los ojos, por lo tanto, se debe tener en cuenta estas medidas de Bioseguridad:

- Nunca debe mirarse directamente a la luz emitida por el lente de la lámpara ni a la reflejada por los dientes u otras superficies.
- Usar siempre pantallas protectoras disponibles para el curado con lámparas o utilizar gafas protectoras que bloqueen la luz azul. Las gafas de sol no son una protección adecuada.
- Utilizar un nuevo manguito de barrera para cada paciente.
- Antes de cada uso revisar el lente de la lámpara.
- Los pacientes, operadores y técnicos odontológicos deben usar siempre una protección ocular apropiada. (Curiel O., 2008)

Cuando utilizamos la lámpara en los tratamientos la exposición es evidente en los pacientes como en el profesional odontólogo por lo que tenemos que colocar elementos de protección. Cuando no utilizamos las medidas adecuadas exponemos a la visión sufrir algún tipo de irritabilidad lo que conlleva a provocar alguna alteración por mínimo que sea el contacto con la luz de la lámpara. La práctica odontológica y la bioseguridad están estrechamente ligadas, ya que ésta es el conjunto de medidas preventivas que tienen como objeto proteger la salud y la seguridad tanto personal de los profesionales como de los pacientes frente a los diferentes riesgos producidos por agentes biológicos, físicos, químicos y mecánicos que se emplea en las consultas. (*Jenny, 2004*)

Grafica #6 ¿Qué tan frecuentemente utiliza su lámpara de Fotocurado?

Rango de tiempo: Una semana



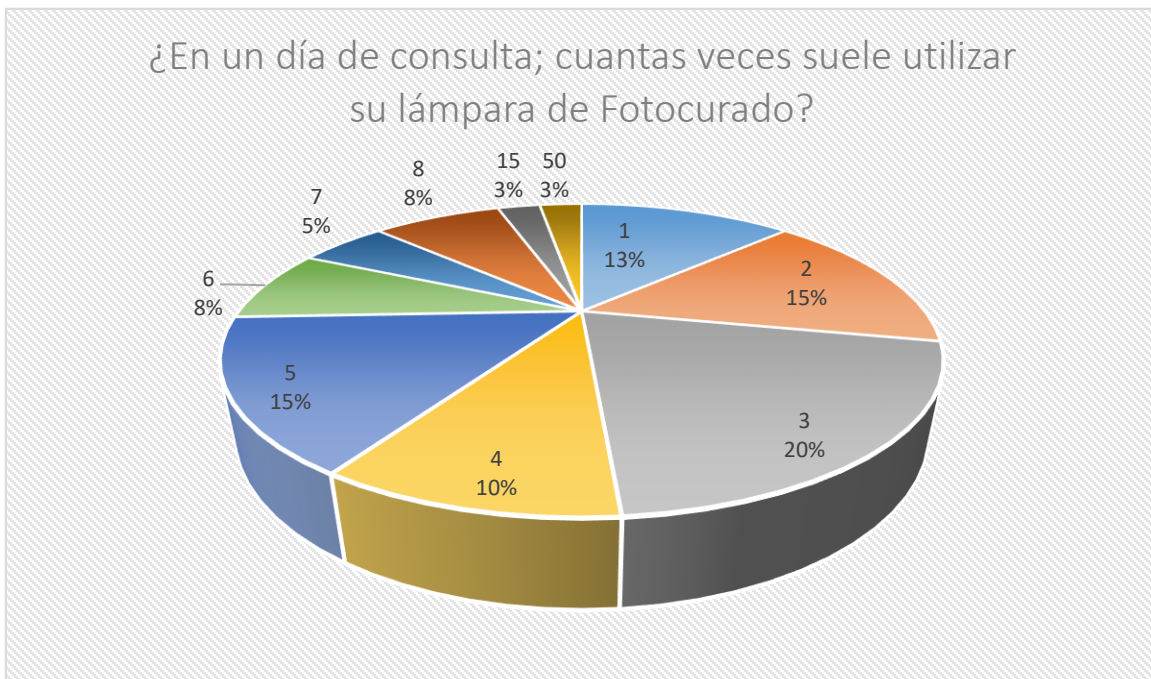
Del porcentaje total de los encuestados el 32% asegura que diariamente utiliza la lámpara de fotopolimerización; el 21% mencionan que de 4 a 5 días por semana utilizan la lámpara de fotopolimerización; el 21% de 2 a 3 días y el 26% 1 vez por semana utilizan la lámpara de fotopolimerización en la consulta.

Cuando utilizamos la lámpara de fotopolimerización y estamos expuestos a la luz azul ocurre una quemadura retinal la cual se recupera en promedio de 20 a 30 días sin la presencia de la luz, pero al estar en constante exposición sufre un efecto acumulativo. . El estudio realizado por el Doctor Ham demostró que se podía producir quemaduras retíneas tras exposiciones a la luz en exposiciones menores a un segundo, las quemaduras aumentaban su gravedad a medida que se incrementaba también el tiempo de exposición. (*Antonio, 1993*)

A este tipo de daño ocular se le denomina retinitis solar. Las quemaduras retíneas aparecen 48 horas después de la exposición a la luz y cicatrizan en 20 o 30 días. Las áreas afectadas se convierten en un tejido degenerativo irrecuperable

que en otras palabras envejece rápidamente las células de la retina por lo que el daño a la retina es irreparable ya que los conos fotorreceptores de la retina dañados no pueden regenerarse.

Grafica #7 ¿En un día de consulta; cuantas veces suele utilizar su lámpara de Fotocurado?



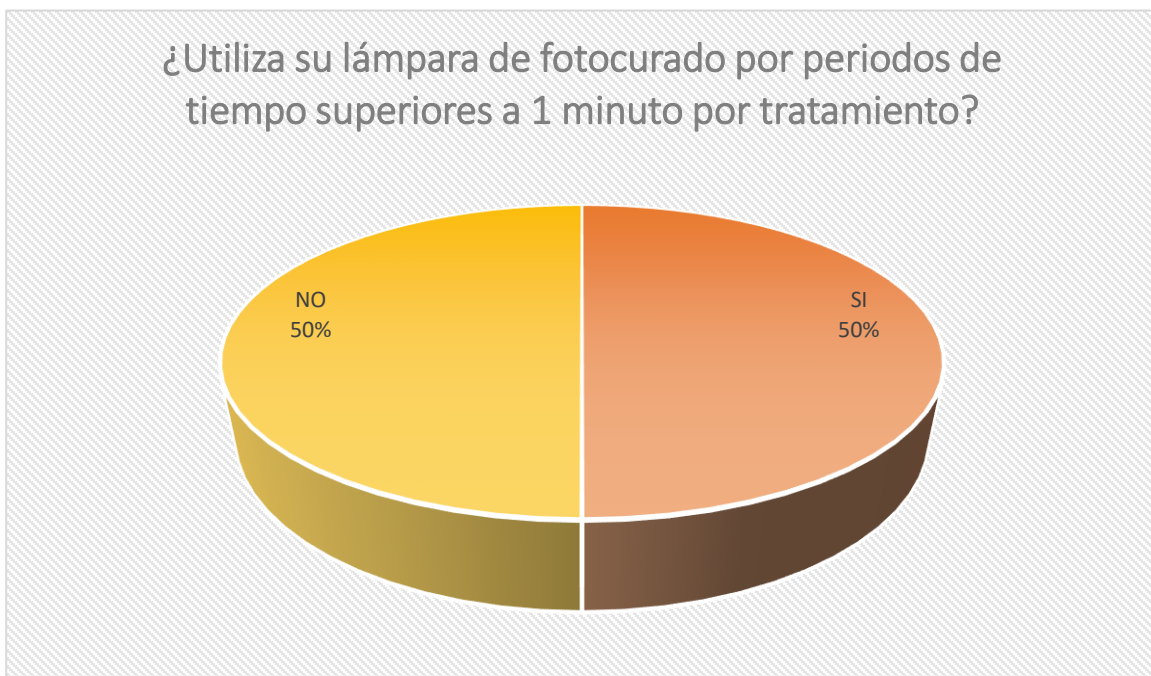
Del 100% de los investigados encuestados; el 13% mencionan que utilizan una vez la lámpara, 15% dos veces en la consulta, 20% tres veces en la consulta, 10% cuatro veces en la consulta, 15% cinco veces en consulta, 8%seis veces en consulta, 5% siete veces en consulta, 8% ocho veces en consulta, 3% quince veces en consulta, 3% cincuenta veces en consulta. El uso constante de la lámpara hace generar quemaduras retínales lo cual hace que se forme una irritación no solo la retina además la córnea iris y las demás estructuras hasta ocasionar una desnaturalización de los fotorreceptores los cuales pueden evolucionar a una Fotoretinitis aguda y esto a consecuencia de la cantidad de veces que la lámpara de fotopolimerización entra en contacto con la vista. La

longitud de onda de la luz que polimeriza las resinas está en el rango de 468 a 480 nm, es uno de los más dañinos para los ojos. (Antonio, 1993)

La Fotoretinitis se manifiesta por la inflamación de la retina por la exposición excesiva de luz y también está acompañado por conjuntivitis que es igualmente una inflamación pero de la conjuntiva.

Los principales signos son la incapacidad para ver con luz tenue, pérdida de la visión, trastorno de la visión, visión borrosa o estrechamiento concéntrico del campo visual. (Boyd, American Academy of Ophthalmology, 2019)

Grafica #8 **¿Utiliza su lámpara de fotocurado por periodos de tiempo superiores a 1 minuto por tratamiento?**

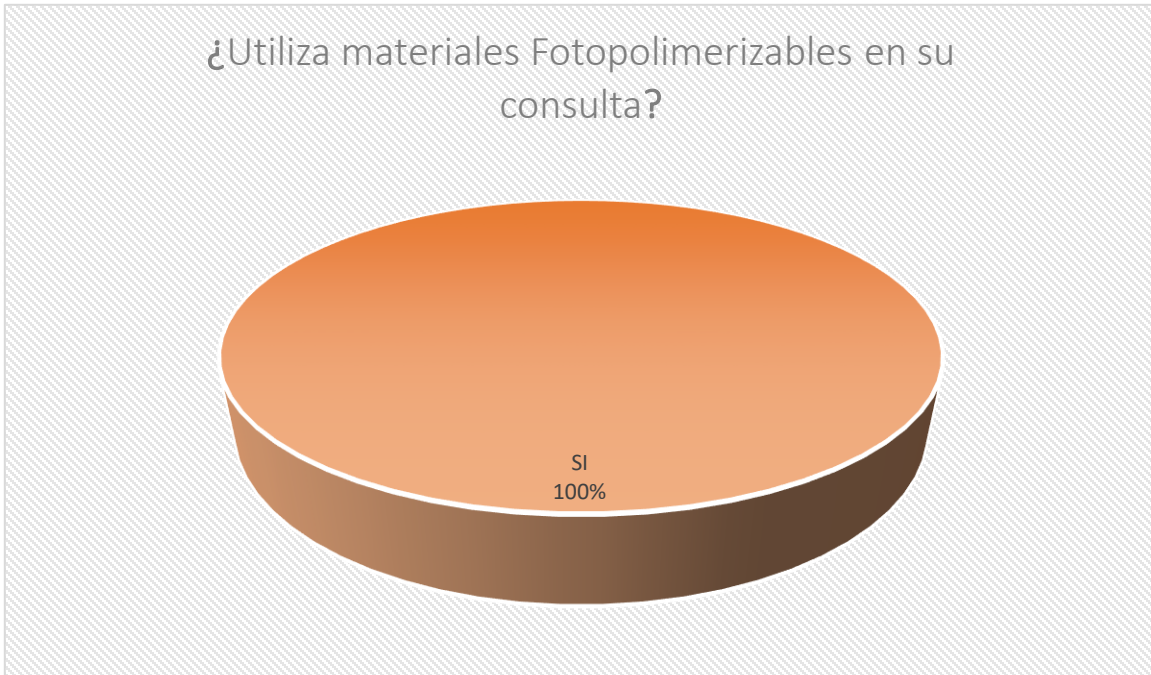


Del 100% de los profesionales encuestados el 50% mencionan que utilizan la lámpara de fotopolimerización por periodos superiores de un minuto y el otro 50% menciona que no utiliza la lámpara por tiempo superior a un minuto. Cuando es utilizado la lámpara de fotopolimerización al instante nuestra visión con los múltiples filtros absorben parte de la luz para que la retina que es la que nos hace ver; pero cuando la exposición es por largos periodos de tiempo ocurre una

degeneración de los fotorreceptores y da paso a una quemadura retinal afectando la fisiología de la visión lo cual puede manifestarse en una ceguera temporal. Esto comienza en los fotorreceptores en el ojo los cuales están formados de un doble enlace de carbono de vitamina A que está presente en una posición inestable de cis de alta energía. *Arias (1993)*.

Cuando utilizamos la lámpara de fotopolimerización en una consulta; varias partes del ojo actúan como un filtro natural. La cornea es la primera en ser alcanzada por las longitudes de onda menor a 300 nm y el resto es captado por el humor acuoso. El iris y cristalino son los principales filtros y una cantidad progresiva de radiación penetra en la retina. Según Arias cuando un foto de luz es captado por el globo ocular este choca con el doble enlace de carbono de vitamina A cambia a una su posición a una trans de baja energía provocando el proceso de la visión. Cuando el estímulo desaparece la vitamina A recupera su posición cis consumiendo ATP y nuevamente dispuesto para reaccionar con la luz.

Grafica #9 ¿Utiliza materiales Fotopolimerizables en su consulta?

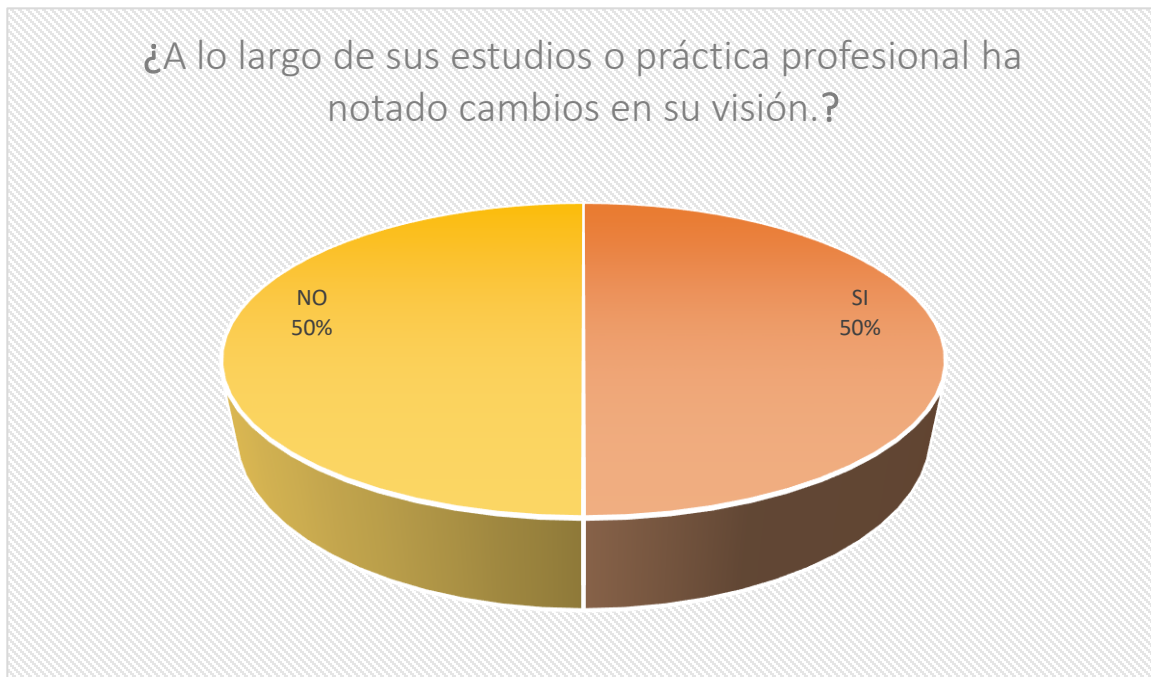


El 100% de los profesionales encuestados utilizan materiales Fotopolimerizables en su consulta Odontológica. Esto nos afirma que la utilización de los materiales dentales que foto-activadas con la luz ya se utilizan de manera general en la consulta. Los materiales dentales han evolucionado para que sean mucho más sencillos de utilizar. Uno de los cambios más notales en los materiales es la utilización de la luz como método para generar una acción foto-activación.

Resina	Ionometro de vidrio
Selladores de fosas y fisuras	Linner o protector pulpar
Resina Dual	Resina para Brackets
Blanqueamiento	

Materiales utilizados durante la consulta odontológica

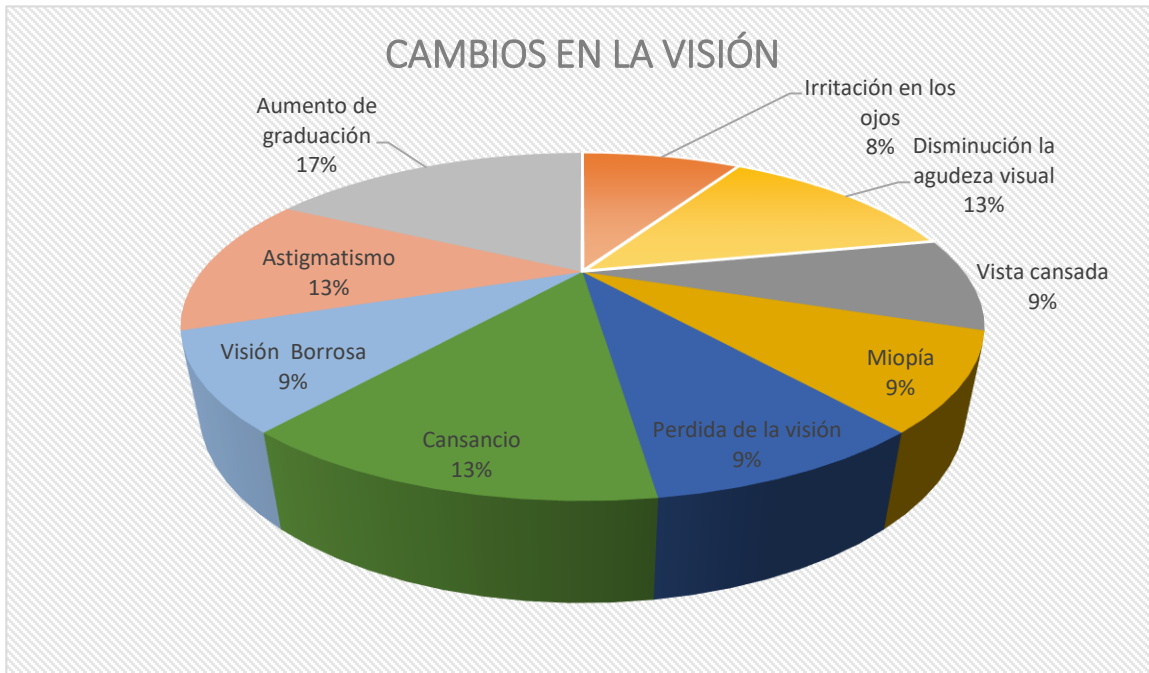
Grafica #10 ¿A lo largo de sus estudios o práctica Odontológica ha notado cambios en su visión?



De los 100% de los investigados encuestados, el 50% ha notado cambios en su visión a lo que el otro 50% no han tenido cambios en su visión.

Por este motivo *Arias (1993)* menciona que es conveniente dar un campanazo de alerta para que los conocimientos en los riesgos ya conocidos como los rayos x, el mercurio, las malas posiciones del operador; no se sume el daño ocular por el por el uso indebido de la luz de la lámpara de fotopolimerización y prevenir con esto que tanto el paciente como el odontólogo presenten algún tipo de Daño.

CAMBIOS EN LA VISION	
Irritación en los ojos	2
Disminución la agudeza visual	3
Vista cansada	2
Miopía	2
Perdida de la visión	2
Cansancio	3
Visión Borrosa	2
Astigmatismo	3
Aumento de graduación	4



DISCUSIÓN

En la práctica Odontológica, muchos de los materiales buscan la alta estética y que los tratamientos se realicen en un margen menor de tiempo. Los materiales han tomado la foto activación como elemento principal de su composición. El material inicial fue la resina la cual tomo la luz ultravioleta pero al manifestar problemas en la piel si inicio la búsqueda de alternativas de luz.

La luz que cumplió con los márgenes fue la luz azul la cual se ubica dentro del espectro electromagnético. Con el paso de los años los materiales como los selladores, ionomeros, linner o protectores bucales, blanqueamiento; han colocado en sus elementos la luz azul para que realice su función.

Con estos materiales en uso contante, la exposición prolongada provoca daños en el órgano de la visión. En la práctica odontológica estamos en contante exposición como el mercurio, rayos x, malas posiciones; por lo que la exposición a la luz azul debe ser prevenida y dar la información sobre los posibles daños por el uso contante de la lámpara de fotopolimerización.

El número de veces en la que utilizamos la lámpara de fotopolimerización esta aumentado ya que los materiales dentales se están desarrollando para ser fotoactiva por la luz Azul.

Cuando se adquiere lámpara es de suma importancia que conozcamos con que intensidad de longitud de onda ya que se desconoce dicha longitud.

RESULTADOS

Los resultados de este estudio, muestran que el nivel de conocimiento con respecto al tipo de daño que puede causar la lámpara de fotopolimerización en la práctica odontológica en los Odontólogos entrevistados es muy bajo ya que en la aplicación de las encuestas manifestaron dudas y pidieron información sobre este estudio.

En los profesionales encuestados se ha iniciado a manifestar problemas en la visión como irritación, disminución de la agudeza visual, aumento en la graduación, visión borrosa; por lo que es necesario hacer un énfasis sobre este estudio. Esta encuesta también hizo notar que los ojos jóvenes hay mayor susceptibilidad a producir un daño por lo que debe ser una prioridad el tener el conocimiento del daño por la lámpara desde que se inicia la carrera para que podamos disminuir los daños. Se considera que el límite mínimo por debajo del cual puede generar Daño Grave es de 510 nm (ondas cortas). 441nm es más 2.5 veces más peligrosa que la longitud de 488nm. *(Antonio, 1993)*

Cuando realizamos algún tratamiento que involucra la lámpara debemos tener en cuenta el tiempo de exposición de acuerdo a los materiales ya que tener una exposición prolongada puede desencadenar alguna alteración en la visión como una quemadura retinal y además tener en cuenta que en un segundo en contacto con la lámpara es suficiente como para provocar alguna alteración a nivel de la retina; ya que el 50% de los encuestados utilizan la lámpara en tiempo superior a un minuto. El estudio realizado por el Doctor Ham demostró que se podía producir quemaduras retíales tras exposiciones a la luz en exposiciones menores a un segundo, las quemaduras aumentaban su gravedad a medida que se incrementaba también el tiempo de exposición. *(Antonio, 1993)*.

El estudio también nos arrojó que la protección contra la luz azul producida por la lámpara no se está llevando en su totalidad ya que el 50% de los encuestados manifiesta que no realiza la protección ni de sus pacientes ni suya ya que ellos solo manifiestan que al no ver la luz es suficiente como para no tener alguna daño o alteración en la visión por la exposición.

Todos los encuestados han manifestado que ya utilizan la lámpara de forma cotidiana, por lo que es recomendable conocer todos los posibles riesgos cuando estamos expuestos y ser posible que los odontólogos se realicen estudios en la visión por lo menos cada año con el objetivo de no desarrollar algún daño en la visión a consecuencia de la lámpara de fotopolimerización.

Cuando se realiza un tratamiento como las resinas, el tiempo que necesita para foto polimerizar es de alrededor de 20 seg. El 50% de los encuestados afirman que utilizan la lámpara por más de un minuto; pero sin saber que al segundo se produce quemaduras retíales las cuales se curan de 20 a 30 días pero al no dejar curar pasa a un efecto acumulativo lo que hace que la visión comience con daño ya que no se repara la quemadura retinal.

Cuando realizamos un tratamiento restaurador con resina, que es el material con mayor uso en el 100% de los profesionales encuestados, el agente foto activador que contiene la resina se llama camforoquinona el cual forma radicales libres haciendo posible la acción de polimerizar. *Arias (1993)* menciona que en múltiples estudios la luz azul es dañina para la retina ya que se afirma que en el ojo se forma radicales libres reactivos las cuales reaccionan con las moléculas del agua formando peróxidos lo que provoca la desnaturalización de las células fotorreceptoras ya que se estima que la luz azul es 33 veces más dañina a los fotorreceptores de la retina que la luz UV.

La química en la fotopolimerización de la resina y el proceso de la visión comparten semejanza ya que las dos liberan doble enlace de carbono. Los fotorreceptores del ojo humano parecen depender de la rotación de un doble enlace del carbono de una molécula de vitamina A, en una posición inestable cis de alta energía. Cuando un fotón de luz choca contra este doble enlace, la vitamina A cambia a una posición trans de baja energía y se provoca el proceso de la visión. La vitamina A recupera su posición con ayuda de ATP y queda en espera de otro estímulo de luz. Cuando la luz azul llega rompe esta secuencia generando radicales libres y destruye los fotorreceptores. (*Antonio, 1993*)

El 3% de los encuestados menciona que utiliza la lámpara por más de 50 veces en un día de consulta lo que nos lleva a pensar a un problema llamado efecto acumulativo en consecuencia a las múltiples veces a la que se está expuesto a la luz azul. Por su parte Arias menciona que las múltiples sesiones diarias a la luz azul pueden generar pérdida irreversible a la sensibilidad a la luz azul lo que a su vez puede generar una disminución de la agudeza visual a consecuencia de la pérdida de la sensibilidad y también puede generar una pérdida de los conos que reaccionan a ese color.

La frecuencia en la que utiliza un material Fotopolimerizable va en aumento ya que la manifestación de los problemas visuales está presente en el 50% de los profesionales investigados. Esto en relación a que al estar expuestos a esta luz podemos generar un envejecimiento de manera rápida de las células de la retina provocando un daño sea irreparable.

Este estudio está demostrando que los problemas en la vista están iniciados a ser más evidentes ya que el 50% de los profesionales encuestados han iniciado a manifestar problemas en la visión como: irritación, visión borrosa, disminución de la agudeza visual, aumento en la graduación. Todos estos problemas están pasando ya que la exposición a la luz azul de las lámparas de fotopolimerización en una consulta se está usando diariamente y en muchos tratamientos. Este estudio está dando una respuesta a la pregunta y a la hipótesis afirmando que si está surgiendo daño en la visión por la utilización de la lámpara de fotopolimerización en la práctica odontológica.

Es de suma importancia dar a los profesionales la información necesaria para que no aumente el número de Odontólogos que manifiesten algún problema en la visión por la luz azul ya que estos materiales continúan incorporándose a las actualizaciones y tomando la foto activación como parte de su composición química. Por este motivo *Arias (1993)* menciona que es conveniente dar un campanazo de alerta para que los conocimientos en los riesgos ya conocidos como los rayos x, el mercurio, las malas posiciones del operador; no se sume el daño ocular por el uso indebido de la luz de la lámpara de fotopolimerización

y prevenir con esto que tanto el paciente como el odontólogo presenten algún tipo de Daño.

Conclusión

Al revisar esta investigación por medio de publicaciones, artículos científicos, libros; se pudo analizar datos en países como Argentina, Estados Unidos, Colombia; entre otros.

A nivel nacional no se ha encontrado investigaciones en odontología sobre el daño que pueda relacionarse con el tema. Existen informes de investigaciones, trabajo de ascenso y publicaciones en internet realizado por profesores universitarios los cuales han dedicado su investigación a este problema.

Este tema puede ser aplicado en futuras investigaciones que de alguna forma permita expandir y profundizar en cuanto establecer los daños causados por la lámpara de fotopolimerización.

Es necesario tener un estudio más amplio para establecer y que sea tomado en cuenta como una problemática la cual nos puede afectar si no es más investigado.

Es necesario que este estudio sea expuesto a los odontólogos para que sepan sobre los riesgos y los posibles daños que causa problemas a la vista.

Sugerencias

- Dar la información sobre los posibles daños a los profesionales odontólogos con la finalidad que sepan sobre lo que puede causar la lámpara en la visión
 - Realizarse estudios oftalmológicos completos con la finalidad de tener un estudio más completo y establecer con mayor seguridad si hay algún daño.
 - Tomar descansos de la lámpara en intervalos para que la exposición no sea constante.
 - Restringir la irradiación al área de la cavidad oral a la que se destina el tratamiento clínico, no debe dirigirse hacia los ojos.
 - Evitar la irradiación de los tejidos blandos ya que la exposición excesiva puede causar daño o irritación.
 - Apagar la lámpara de fotocurado cuando no se use activamente.
 - Las personas con antecedentes de enfermedad retinal y cirugía de cataratas deben consultar a su oftalmólogo antes de operar la lámpara de fotocurado. Este grupo de personas debe tener extremo cuidado y cumplir con todas las precauciones de seguridad.
 - Proteger los ojos del operador, del asistente y del paciente que podrían estar expuestos a la luz con lentes que presenten filtros bloqueadores de luz azul contra las longitudes de onda más agresivas.

ANEXOS

Para la encuesta se realizó una serie de preguntas de forma cerrada con el objetivo que se tuvieran resultados más certeros sobre este estudio



"Daños causados en la vista al utilizar la lámpara de Fotopolimerización en la Práctica Odontológica" Edad _____ Tiempo de servicio _____

En Odontología la actualización de los materiales es de manera activa; muchos de ellos han tomado la foto activación como parte de su componente. Las lámparas de Fotopolimerización para generar la foto activación utilizan la luz visible (azul), que en la visión nos provoca daño.

	Si	No
1.-Utiliza lámpara de fotocurado en sus consultas		
2.- Al utilizar su lámpara de fotocurado; sigue las indicaciones para su correcto manejo.		
3.-Qué lámpara de fotocurado utiliza		
4.- Conoce la intensidad y tipo de luz que genera su lámpara de fotocurado		
5.- Mira de forma directa la luz emitida por el lente de su lámpara de fotocurado sin protección		
6.- Mira la luz reflejada por su lámpara de fotocurado sobre los dientes u otras superficies.		
7.-Utiliza las medidas de bioseguridad adecuadas durante el uso de su lámpara de fotocurado		
8.- ¿Qué tan frecuentemente utiliza su lámpara de fotocurado? Diariamente 4-5 días por semana 2- 3 días por semana 1 día por semana		
9.- En un día de consulta; cuantas veces suele utilizar su lámpara de fotocurado		
10.- Utiliza su lámpara de fotocurado por periodos de tiempo superiores a 1 minuto durante una consulta		
11.- Utiliza materiales Fotopolimerizables en su consulta. Por favor, marque los materiales que utiliza Resina Ionomeros de vidrio Linner o protectores Pulpares Selladores de fosas y fisuras Resina dual Resina para brackets Otros ¿Cuáles?		
12.- A lo largo de sus estudios o práctica profesional ha notado cambios en su visión. Por favor, mencione ¿cuáles?		

Esta encuesta se inició en tiempos de pandemia por lo que nos vimos en la necesidad de fórmulas preguntas de manera digital por medio de un programa el cual nos brindaría las respuestas de cada uno de los profesionales encuestados.

En la página Survey monkey se realizó la encuesta

https://es.surveymonkey.com/analyze/0LsDJ_2FYjX2awZyzBoInGggik3wuD_2BkdPHRgN4icoxus_3D?tab_clicked=1

The screenshot shows the SurveyMonkey interface for a survey titled "Daños causados en la vista al utilizar la lámpara de Fotopolimerización en la Práctica Odontológica". The survey is in the "ANALIZA LOS RESULTADOS" stage. The main content area displays a question: "Utiliza lámpara de Fotocurado en sus consultas". The results show that 26 out of 26 respondents answered, with 0 skipped. A bar chart indicates that 100% of respondents answered "Yes" (represented by a green bar).

ENCUESTADOS: 26 de 26

INFORMACIÓN SOBRE LAS PREGUNTAS | PERCEPCIONES Y TENDENCIAS DE DATOS | RESPUESTAS INDIVIDUALES

Página 1

P1

Utiliza lámpara de Fotocurado en sus consultas

Answered: 26 Skipped: 0

Respuesta	Porcentaje
Si	100%



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Arias Montoya Luis Antonio (1993). Efectos lesivos potenciales de la luz de polimerización sobre el órgano de la visión. *Facultad de Odontología de la Universidad de Antioquia*, 31-37.
2. Giraldo Alejandra (2010) Examen oftalmológico en estudiantes de odontología y su relación con el uso de la Lámpara de fotocurado. *Universidad del valle, Cali Colombia*, 7-10
3. Sánchez C. Andrea Carolina (2010) Intensidad de la luz Emitida por lámpara de fotocurado en los consultorio odontológicos de Butaramanga y su área metropolitana, *universidad Santo Tomas, Colombia*,41-49
4. Phillips. Ralph. W (2004), *Ciencia de los Materiales Dentales*, Décima edición, Mc GraW-Hill
5. Martin Moro Julio Gonzales (2014) *Manual CTO de medicina y Cirugía Oftalmología*, CTO Editorial, Madrid, 84
6. Tippens Paul E (2011) *Física, conceptos y aplicaciones*. Mc Graw Hill, 220,
7. Macchi (2017) *Materiales Dentales*, Buenos Aires, 84
8. Romero M. Campos J. Riesgo ocular asociado con el uso de lámparas de foto Curado en el Consultorio Dental 17(1) 2018; 61 - 69. Tomado de <http://www.op.spo.com.pe/index.php/odontologiapediatrica/article/view/24>
9. Jenny A. Calero, Gloria C. Castro, Mónica M. Martínez, Conocimientos de bioseguridad durante el uso de la lámpara de foto curado en odontología estética, Universidad del Valle, Santiago de Cali, (2004). Tomado de http://estomatologia.univalle.edu.co/index.php/revista_estomatologia/article/view/5564
10. Intensidad de la luz emitida por lámparas de foto curado en los consultorios odontológicos de Bucaramanga y su área metropolitana, Autor responsable de correspondencia: Andrea Carolina Sánchez C.
11. Dra. Nelia Espeso Nápoles, (2002) Factores de riesgo profesional en estomatología Facultad de Estomatología. Departamento Estomatología Integral Camagüey. Camagüey, Cuba. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-02552002000100002
12. Cita tomadas de: Alain Manuel Chaple Gil, Yadira Montenegro Ojeda y Javier Álvarez

- Rodríguez (2016). Evolución histórica de las lámparas de Fotopolimerización. *Universidad de ciencias médicas de la habana. Instituto de ciencias básicas y preclínicas Victoria de Girón, carrera de Estomatología*, 15(1):8-16.
13. Dra. Gema Maesol, (2020), La protección ocular en el ejercicio de la odontología, European Board in periodontics certified. Recuperado de <https://monoart.euronda.es/la-proteccion-ocular-en-ejercicio-de-la-odontologia/>
 14. Riesgos laborales en la clínica dental (2018), Recuperado de <https://www.dvd-dental.com/blogodontomecum/riesgos-laborales-en-la-clinica-dental/>
 15. Dr. Humberto José Guzmán. DDS. MSD, unidades de foto curado, Recuperado de <https://encolombia.com/medicina-odontologia/odontologia/unidades-de-fotocurado/>
 16. Daños y Lesiones en Órgano de la Visión por Fotopolimerización, recuperado de <https://encolombia.com/medicina-odontologia/odontologia/danos-y-lesiones-en-organo-de-la-vision-por-fotopolimerizacion/>
 17. Jorge Sanmartín Arce 8 consejos para salvaguardar la salud del dentista en la clínica, Recuperado de <http://www.icoev.es/blogicoev/5-consejos-para-salvaguardar-la-salud-del-dentista-en-la-clinica/>
 18. Lámpara de Foto curado: Riesgos, contraindicaciones y uso adecuado Recuperado de <http://odontopack.blogspot.com/2016/05/lampara-de-fotocurado-riesgos.html>
 19. Luz azul: qué es, dónde está y la utilidad de un filtro de luz azul Recuperado en: <https://www.profesionalreview.com/2019/02/25/luz-azul-que-es/>
 20. Estudio observacional de los riesgos laborales en una clínica dental y cumplimiento de las medidas preventiva
S<http://dspace.umh.es/bitstream/11000/3122/1/Cano%20Hern%C3%A1ndez%2C%20Encarnaci%C3%B3n%20TFM.pdf>
 21. Lafuente David, Rosa Blanco, Andrea Brenes, (2005), Efecto del tipo de lámpara de fotocurado en la polimerización de varias resinas, *International Journal of Dental Sciences*, <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=499551910018>
 22. Christiani, J. J., Rocha, M. T., & Valsecia, M. (2016). Seguridad del paciente en la práctica odontológica. *Acta Odontológica Colombiana*, 5(2), 21-32.
 23. Gafas para odontología y personal sanitario (2018), Recuperado de <http://workwear.prolaboral.es/gafas-odontologia/>
 24. evaluación de conocimientos y prácticas sobre bioseguridad en profesionales de salud bucal en consultorios odontológicos privados en barrios del sector sur de quito (2017) <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/7530/1/UDLA-EC-TOD-2017-140.pdf>

25. Prevalencia de agudeza visual en alumnos de odontología (2016)
<http://repositorio.uft.cl/bitstream/handle/20.500.12254/417/Otero-%20Venegas%202016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
26. Dr. Carlos Carrillo Sánchez, MSD, (2009), Materiales de resinas compuesta y su polimerización, Órgano Oficial de la Asociación Dental Mexicana, 10-17
27. Barrancos Mooney, Operatoria Dental, cuarta edición, (2006), editorial panamericana, Pp, 1306
28. Azucena Villarreal Rojas, (2015), Profundidad de curado de selladores de foseas y fisuras utilizando luz emitida por diodos (LED) a diferentes distancias, Rescatado de:
scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-199X2015000200002