

### **Información Importante**

La Universidad Santo Tomás, informa que el(los) autor(es) ha(n) autorizado a usuarios internos y externos de la institución a consultar el contenido de este documento a través del catálogo en línea, página web y Repositorio Institucional del CRAI-USTA, así como en las redes sociales y demás sitios web de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

Se permite la consulta a los usuarios interesados en el contenido de este documento, para todos los usos que tengan **finalidad académica**, siempre y cuando mediante la correspondiente cita bibliográfica se le dé crédito al trabajo de grado y a su autor, nunca para usos comerciales.

De conformidad con lo establecido en el Artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, la Universidad Santo Tomás informa que “los derechos morales sobre documento son propiedad de los autores, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.”

**Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación, CRAI-USTA**

**Universidad Santo Tomás, Bucaramanga**

**Relación Entre la Prevalencia de Patologías de la Conjuntiva en Pacientes que Consultan a la Clínica de Optometría de la Universidad Santo Tomás de Octubre de 1997 a Diciembre de 1998 vs Junio del 2018 a Junio Del 2019, Atendiendo al Índice de Radiación Ultravioleta y Niveles de Ozono Para el 2018 y 2019.**

**Karen Camargo Acuña, María Alejandra Muñoz Tovar, Jireh Rocío Reyes Saavedra**

**Trabajo de grado para optar el título de Optómetra**

**Director**

**Dra. Martha Lucila Márquez García**

**Optómetra USTA**

**Fellow IACLE**

**Co-Director**

**Dra. Diana Cristina Palencia Flórez**

**Optómetra - MSc Epidemiología**

**Universidad Santo Tomás, Bucaramanga**

**División de Ciencias de la Salud**

**Facultad de Optometría**

**2021**

**Contenido**

	Pág.
Introducción .....	12
1. Objetivos .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.1 Objetivo General .....	15
1.2 Objetivos Especificos .....	15
2. Marco Teórico.....	16
2.1 Segmento Externo Y Segmento Anterior Del Globo Ocular .....	16
2.1.1 Conjuntiva .....	17
2.2 Radiación Ultravioleta.....	18
2.2.1 Clasificación de los Rayos Ultravioleta y sus Efectos Sobre la Salud Humana y el Ambiente .....	19
2.3 El Índice de Radiación Ultravioleta .....	23
2.3.1 Presentación y Comunicación del Índice de Radiación Ultravioleta .....	24
2.4 Factores que Inciden en la Exposición a la Radiación Ultravioleta .....	21
2.4.1 La Altura.....	25
2.4.2 La Latitud .....	26
2.4.3 La Nubosidad.....	27
2.4.4 La Altitud.....	17
2.4.5 El Ozono .....	29
2.4.6 La Reflexión por el Suelo.....	29
2.5 Ozono .....	30
2.5.1 Tipos de Ozono.....	31

PREVALENCIA PATOLOGÍAS CONJUNTIVALES	4
2.5.2 Capa de Ozono.....	32
2.5.3 Destrucción de la Capa de Ozono.....	33
2.5.4 Distribución de la Capa de Ozono342. Marco Teórico	16
2.6 Efectos de la Radiación Ultravioleta en la Conjuntiva .....	36
2.6.1 Degeneración Conjuntival – Pingüécula .....	36
2.6.2 Pterigión .....	37
2.7 Marco Legal .....	38
2.7.1 Ley 372 de 1997 .....	38
2.7.2 Ley 650 de 2001 Código de Ética Profesional de Optometría .....	39
2.7.3 Acto Legislativo 2 de 2003.....	40
2.7.4 Resolución número 1995 de 1999 (Julio 8).....	40
2.7.5 Resolución número 839 del 2017 .....	42
3. Metodología .....	43
3.1 Selección y Descripción de la Población .....	44
3.2 Tamaño de Muestra .....	44
3.3 Técnica de Muestreo .....	44
3.4 Criterios de Selección .....	45
3.4.1 Criterios de Inclusión.....	45
3.4.2 Criterios de Exclusión .....	45
3.5 Procedimiento .....	46
3.6 Variables .....	47
3.7 Consideraciones Éticas .....	48

3.8 Sesgos .....	49
4. Resultados .....	50
4.1 Datos del trabajo de grado “Problemas del sistema visual” .....	50
4.2 Presentación de datos obtenidos de junio del 2018 a junio del 2019 .....	52
5. Discusión.....	62
6. Conclusiones .....	67
7. Recomendaciones .....	68
Referencias.....	70
Apéndices.....	79

**Lista de Tablas**

	Pág.
<b>Tabla 1.</b> <i>Variables</i> .....	47
<b>Tabla 2.</b> <i>Análisis Univaraido</i> .....	47
<b>Tabla 3.</b> <i>Análisis Bivaraido</i> .....	48
<b>Tabla 4.</b> <i>Procedencia de Mayor Frecuencia</i> .....	52
<b>Tabla 5.</b> <i>Distribución del Diagnóstico Según el Sexo</i> .....	54
<b>Tabla 6.</b> <i>Distribución del Diagnóstico Según la Edad</i> .....	54
<b>Tabla 7.</b> <i>Prevalencia de Degeneración y Depósitos Conjuntivales Según el Sexo</i> .....	61
<b>Tabla 8.</b> <i>Prevalencia de Degeneración y Depósitos Conjuntivales Según la Edad</i> .....	61

### Lista de Figuras

	Pág.
<b>Figura 1.</b> <i>Anatomía y Partes del Ojo</i> .....	16
<b>Figura 2.</b> <i>Anatomía de la Conjuntiva</i> .....	18
<b>Figura 3.</b> <i>Los Rayos UVC, UVB, UVA</i> .....	21
<b>Figura 4.</b> <i>Los Rayos Ultravioleta y Longitud de Onda</i> .....	22
<b>Figura 5.</b> <i>Daño Ocular Producido por la Radiación Ultravioleta – UV C, B, A</i> .....	23
<b>Figura 6.</b> <i>Categorías de exposición a la Radiación UV</i> .....	24
<b>Figura 7.</b> <i>Código Internacional de Colores - Índice UV</i> .....	25
<b>Figura 8.</b> <i>Sistema de Protección Solar con Mensajes Sencillos y Fáciles de Recordar – Índice UV</i> .....	25
<b>Figura 9.</b> <i>Factores que Influyen en los Niveles de Radiación UV</i> .....	26
<b>Figura 10.</b> <i>Máximo valor diario del índice UV (IUV) para cielos despejados</i> .....	27
<b>Figura 11.</b> <i>Nubosidad- Tipos de nubes</i> .....	28
<b>Figura 12.</b> <i>El Sol a Mayor Altitud</i> .....	28
<b>Figura 13.</b> <i>El Agujero del Ozono y la Radiación UV</i> .....	29
<b>Figura 14.</b> <i>La Reflexión por el Suelo y una Mirada Sobre el Cambio Climático</i> .....	30
<b>Figura 15.</b> <i>Las Capas de la Atmósfera</i> .....	32
<b>Figura 16.</b> <i>La Protección Ultravioleta de la Capa de Ozono</i> .....	33
<b>Figura 17.</b> <i>Destrucción de la Capa de Ozono</i> .....	34
<b>Figura 18.</b> <i>Distribución del Ozono en Colombia</i> .....	35
<b>Figura 19.</b> <i>Pingüécula</i> .....	37
<b>Figura 20.</b> <i>Pterigión</i> .....	37

<b>Figura 21.</b> <i>Efecto de Focalización de Luz Periférica.</i> .....	38
<b>Figura 22.</b> <i>Trastornos de la Conjuntiva Relacionados con la Edad.</i> .....	51
<b>Figura 23.</b> <i>Gráfico de Frecuencia Relativa del Pterigión.</i> .....	53
<b>Figura 24.</b> <i>Gráfico de Frecuencia Relativa de Degeneración Conjuntival.</i> .....	53
<b>Figura 25.</b> <i>Gráfico de Tendencia Ozono.</i> .....	55
<b>Figura 26.</b> <i>Gráfico de Tendencia de Radiación Ultravioleta.</i> .....	56
<b>Figura 27.</b> <i>Gráfico de Frecuencia Relativa de Pterigión vs Ozono.</i> .....	57
<b>Figura 28.</b> <i>Gráfico de frecuencia relativa de Pterigión vs Índice UV.</i> .....	59
<b>Figura 29.</b> <i>Gráfico de frecuencia relativa de Degeneración Conjuntival y Ozono.</i> .....	59
<b>Figura 30.</b> <i>Gráfico de frecuencia relativa de Degeneración Conjuntival e Índice UV.</i> .....	60

**Lista de Apéndices**

	Pág.
<b>Apéndice A.</b> <i>Registro de base de datos</i> .....	79

### Resumen

El presente trabajo tuvo como objetivo comparar la prevalencia de patologías de la conjuntiva en pacientes que consultan a la Clínica de Optometría de la Universidad Santo Tomas, en los periodos de tiempo de octubre 1997 a diciembre 1998 y junio de 2018 a junio de 2019, teniendo en cuenta el índice de radiación ultravioleta y ozono para el 2018 y 2019. Se recolectó información de la base de datos de registros clínicos de la USTA en el periodo de junio 2018 a junio 2019 y se comparó con el trabajo de grado de los años 1997 a 1998. Esta investigación se realizó bajo un Estudio Ecológico de tendencia temporal analítico, donde se comparó el índice UV, ozono y las alteraciones en conjuntiva. La población se seleccionó bajo muestreo por conveniencia. Los resultados mostraron la tendencia sobre el índice UV y ozono del periodo de tiempo estudiado con las patologías de la conjuntiva como pterigión y degeneración y depósitos conjuntivales. Se encontró un total de 326 pacientes con degeneración y depósitos conjuntivales y 242 pacientes con pterigión. Como conclusión no se pudo evidenciar la relación de las patologías en el tiempo establecido, porque son crónicas y el tiempo de estudio fue muy corto. Tomando en cuenta los índices UV y niveles de ozono, se evidenció que existe una relación directamente proporcional entre estos. Se determinó que la mayor prevalencia de patologías conjuntivales se encontró en el grupo etario de 46-60 años y en el sexo femenino en ambas investigaciones.

*Palabras Clave:* rayos ultravioleta, ozono, conjuntiva, segmento anterior del ojo, conjuntivitis.

### **Abstract**

The present work aimed to compare the prevalence of conjunctiva pathologies in patients who consult the Optometry Clinic of the Santo Tomas University, in the periods of time from October 1997 to December 1998 and June 2018 to June 2019, having into account the ultraviolet radiation and ozone index for 2018 and 2019. Information was collected from the USTA clinical registry database in the period from June 2018 to June 2019 and compared with the degree work of the years 1997 to 1998. This research was carried out under an Ecological Study with an analytical temporal trend, where the UV index, ozone and conjunctiva alterations were compared. The population was selected under convenience sampling. The results showed the trend on the UV and ozone index of the period of time studied with the pathologies of the conjunctiva such as pterygium and degeneration and conjunctival deposits. A total of 326 patients with degeneration and conjunctival deposits and 242 patients with pterygium were found. In conclusion, the relationship of the pathologies could not be evidenced in the established time, because they are chronic, and the study time was very short. Taking into account UV indices and ozone levels, it was evidenced that there is a directly proportional relationship between them. It was determined that the highest prevalence of conjunctival pathologies was found in the 46–60-year-old age group and in the female sex in both investigations.

Keywords: Ultraviolet radiation, ozone, conjunctiva, anterior segment, conjunctivitis.

### **Introducción**

El sol emite radiaciones electromagnéticas en una amplia banda de frecuencia que se mide en nanómetros (nm). La radiación visible por el ojo humano está entre los 400 nm y los 700 nm, mientras que entre los 100 nm y 400 nm se encuentran los rayos ultravioletas que son invisibles (1, 2). De acuerdo con su longitud de onda, la radiación ultravioleta (RUV) está conformada por tres tipos de rayos: En primer lugar, tenemos la radiación UV-A (320 nm a 400 nm), estos atraviesan la atmósfera, son menos dañinos, pero pueden causar alteraciones a nivel ocular. Otro tipo es la radiación UV-B (290 nm a 320 nm), también tienen la capacidad de atravesar la atmósfera y son los más nocivos para la salud, además de ser los principales responsables del daño ocular favoreciendo la opacificación del cristalino y la formación de pterigión (3). Finalmente, se encuentra la radiación UV-C (100 nm a 290 nm), que no alcanzan la superficie de la tierra gracias a la acción de la capa de Ozono, también se puede hallar en fuentes artificiales como lámparas ultravioletas, germicidas o en el arco de soldadura y son los rayos más peligrosos de los 3 (4).

El ozono es uno de los muchos gases constituyentes de la atmósfera, con una proporción de (10-5 %) siendo de vital importancia para la protección del planeta, de los rayos ultravioleta UV-B procedentes del sol, los cuales son peligrosos para la salud humana, para los animales y las plantas (5).

Se encuentra principalmente entre la superficie terrestre y los 10 metros de altura aproximadamente y es llamado ozono superficial o troposférico, también se localiza en la estratósfera entre 19 y 50 kilómetros y se denomina capa de ozono o también ozono estratosférico (5). Las concentraciones de ozono, en general, oscilan entre 230 a 500 U.D., con un valor medio mundial de 300 (5).

El ozono troposférico o superficial, es el principal contaminante fotoquímico. Se origina principalmente en las áreas urbanas por varias fuentes de emisiones, como los automóviles y la industria. La contaminación por ozono es un problema diurno durante los días soleados, a causa de que la luz solar desempeña un papel primordial en su formación. Particularmente, cuando hay temperaturas elevadas y hay poca mezcla de las corrientes de aire, el ozono superficial puede acumularse a niveles tóxicos para la salud humana, produciendo daños respiratorios y pulmonares, a su vez dando lugar a alteraciones del globo ocular (5).

El ozono estratosférico se forma en la atmósfera cuando la radiación ultravioleta alcanza la estratósfera y disocia las moléculas de oxígeno ( $O_2$ ) en oxígeno atómico ( $O$ ). Posteriormente, el oxígeno atómico se combina rápidamente con otras moléculas de oxígeno ( $O_2$ ) para así formar la capa de ozono ( $O_3$ ) siendo esta el principal filtro de la radiación ultravioleta proveniente del Sol. En el ozono estratosférico se encuentra la mayor cantidad de ozono, el 90%, con una máxima concentración entre los 19 y 23 kilómetros; y varía según la época y el lugar geográfico (5).

Al inyectar a la atmósfera productos químicos tales como los clorofluorocarbonos que se usan en la fabricación de espuma y aerosoles, en limpiadores industriales y en refrigeración; la radiación ultravioleta extrae el cloro de una molécula de clorofluorocarbono (CFC) y este átomo de cloro, al combinarse con una molécula de ozono, inicia la destrucción de esta generando el mismo proceso con cada molécula hasta crear un agujero en la capa de ozono. El daño al ozono permite el paso de la radiación ultravioleta (UV-B) en mayores cantidades a la superficie de la tierra, con efectos potencialmente dañinos para los diferentes sistemas terrestres (5). Por esta razón, es de gran interés el seguimiento de las variaciones del contenido de ozono en la atmósfera (5).

Según el Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales los niveles de radiación ultravioleta se clasifican en 10 y los de ozono se clasifican en 16 (6). La ciudad de Bucaramanga presenta niveles de 7 a 11+ de índice UV que son considerados como muy altos y extremadamente altos respectivamente. Mientras con los niveles de ozono de 256 a 264 unidades Dobson (UD), el dato obtenido es considerado como alto o extremadamente malo según el Índice Metropolitano de la calidad del Aire (IMECA) (6).

Hoy en día los pacientes que asisten a consulta de optometría llegan con diferentes alteraciones oculares de segmento anterior. “Existen evidencias epidemiológicas que indican que la radiación ultravioleta es un factor de riesgo significativo en el desarrollo de patologías en conjuntiva y cristalino” (7). Las radiaciones ultravioletas afectan directamente a tres partes fundamentales del segmento anterior: córnea, conjuntiva y cristalino (7, 8, 9).

Teniendo en cuenta la anterior información, surge la siguiente pregunta: ¿Existe algún aumento en la prevalencia de alteraciones de la conjuntiva con los niveles de radiación ultravioleta y ozono, en pacientes que consultan a la Clínica de Optometría de la Universidad Santo Tomás, en el periodo de junio de 2018 a junio de 2019 con relación a la prevalencia de patologías de la conjuntiva en el período de octubre 1997 a diciembre de 1998?

La necesidad de conocer dicha comparación entre los períodos de octubre de 1997 a diciembre de 1998 y junio de 2018 a junio de 2019 surge para poder identificar si hubo un aumento en la frecuencia de presentación de alteraciones de la conjuntiva en los pacientes que asistieron a la clínica de Optometría de la Universidad Santo Tomás.

Académicamente esta investigación aportó información a la academia sobre los meses de junio 2018 a junio 2019, en los cuales los niveles de radiación UV y ozono sobrepasaron los límites establecidos como extremadamente altos, generando un mayor riesgo para la conjuntiva.

Se eligió estudiar la conjuntiva teniendo en cuenta que es una estructura que se altera fácilmente por la radiación ultravioleta causando cambios en su estructura y morfología (10, 11). Con esta información se sugirió promover políticas de prevención tendientes a incentivar el uso de medidas de protección ocular por parte de los profesionales en la salud visual e inculcar a los pacientes hábitos que contribuyan a atenuar los efectos de los factores mencionados a nivel ocular, en el Área Metropolitana de Bucaramanga.

## **1. Objetivos**

### **1.1 Objetivo General**

Comparar la prevalencia de patologías de la conjuntiva en pacientes que consultan a la Clínica de Optometría de la Universidad Santo Tomas, en los períodos de tiempo entre octubre de 1997 a diciembre de 1998 y junio de 2018 a junio de 2019, teniendo en cuenta las características de los niveles de radiación ultravioleta y ozono para el año entre 2018 a 2019.

### **1.2 Objetivos Específicos**

- Describir el índice de radiación ultravioleta en la ciudad de Bucaramanga del año 2018 a 2019.
- Reportar los niveles de ozono en la ciudad de Bucaramanga del año 2018 a 2019.
- Identificar la distribución de los casos de pterigión y degeneraciones y depósitos conjuntivales según el sexo y grupo etario en las poblaciones objeto de interés.
- Determinar la relación entre el índice de radiación ultravioleta y las patologías de estudio.
- Establecer la relación entre los niveles de ozono y las patologías de estudio.

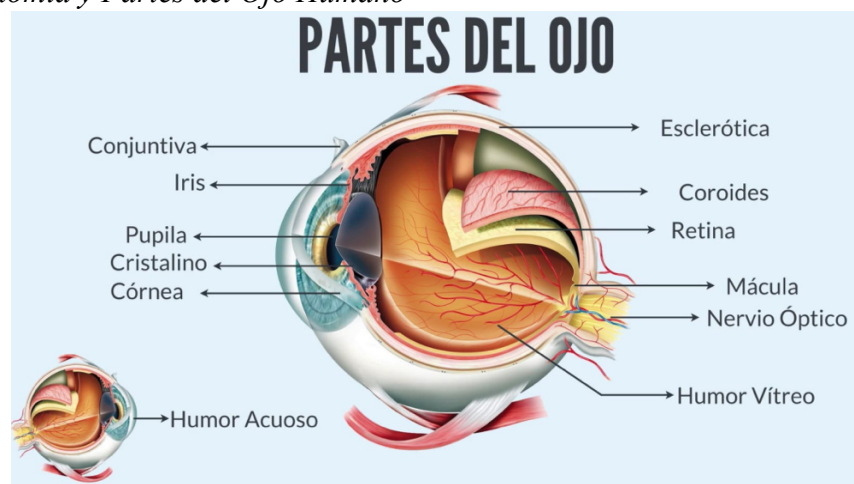
## 2. Marco Teórico

### 2.1 Segmento Externo y Segmento Anterior del Globo Ocular

El globo ocular es un órgano complejo compuesto por múltiples estructuras que trabajan en conjunto para proporcionar la visión. Está conformado por la córnea, esclera, humor acuoso, iris, musculo ciliar, cristalino, humor vítreo, coroides, retina y el nervio óptico. Está respaldado por cuatro músculos primarios y dos músculos oblicuos. El globo ocular se divide en: segmento anterior y segmento posterior (12).

El segmento externo está compuesto por las cejas, los párpados, la conjuntiva tarsal, fondos de saco, conjuntiva bulbar, y el sistema lagrimal. Estas estructuras tienen como función cubrir y proteger el globo ocular. El segmento anterior lo compone la conjuntiva, la córnea, el humor acuoso, el iris, el cuerpo ciliar y la cara anterior del cristalino. El segmento posterior está formado por la cara anterior del cristalino, el humor vítreo, la coroides, la retina y el nervio óptico (12, 13). Ver figura N° 1.

**Figura 1.** Anatomía y Partes del Ojo Humano



Adaptado Brill Pharma (14)

Para el fin de nuestro trabajo se eligió, la conjuntiva, debido a que es una de las estructuras más expuestas a los rayos UV-A y UV-B (13). Estos rayos tienen la capacidad de ocasionar quemaduras y alteraciones en la conjuntiva causando afectaciones como la fotoconjuntivitis (13).

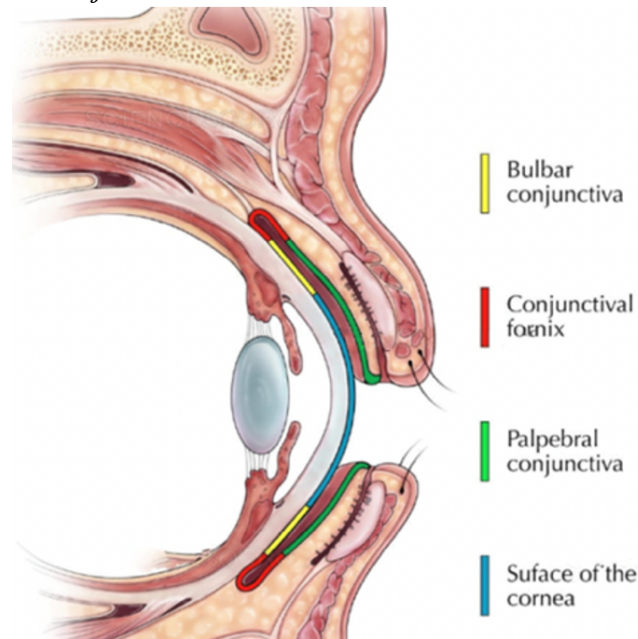
### ***2.1.1 Conjuntiva***

La conjuntiva es una membrana mucosa transparente que recubre la superficie anterior del globo ocular al igual que la superficie interna de los párpados (13). Su recorrido va desde el limbo esclerocorneal, cubre la porción anterior del globo ocular, se extiende hasta el fondo de saco conjuntival y cubre la superficie interna de los párpados finalizando en los márgenes palpebrales superiores e inferiores (13). La conjuntiva se encarga de producir el componente mucoso de la película lagrimal al igual que producir mecanismos de acción inmunológicos con fin de proteger el ojo de infecciones (15). Anatómicamente se divide en tres secciones continuas una con la otra:

- La conjuntiva palpebral cubre la superficie interior de los párpados superiores e inferiores (16). Comienza en la unión mucocutánea de los márgenes del párpado y se inserta firmemente en las placas tarsales posteriores (17).

- La conjuntiva del fondo de saco o fornix es laxa y redundante y puede estar dispuesta en pliegues (17).

- La conjuntiva bulbar es una membrana transparente que permite la observación de la esclera (17). Cubre la esclera anterior y se une ligeramente al tejido subyacente del epitelio corneal en el limbo. Nasalmente se encuentra un pliegue semilunar y en su interior la carúncula (17). Ver figura N° 2.

**Figura 2.** *Anatomía de la Conjuntiva*

Adaptado de Science Photo Library (18)

## 2.2 Radiación Ultravioleta

La radiación solar ultravioleta o radiación UV es una parte de la energía solar. Esta luz solar es energía radiante electromagnética, compuesta principalmente por el espectro de luz ultravioleta, luz visible e infrarroja, que se transmite en forma de ondas electromagnéticas en cantidad casi constante. Estas radiaciones son modificadas de manera importante por su paso a través de la atmósfera y solamente dos tercios de esta energía pasa y penetra en la tierra (19).

El espectro de luz visible abarca desde los 400 nm hasta los 700 nm, corresponde a la radiación que puede percibir la sensibilidad del ojo humano e incluye los colores: violeta, azul, verde, amarillo, naranja y rojo; la luz es interpretada como color de acuerdo con la longitud de onda que alcanza la retina. Mientras que el espectro de luz ultravioleta abarca desde los 100 nm hasta los 400 nm. Esta no puede ser percibida por ningún órgano de los sentidos (19).

La radiación UV está compuesta por 3 diferentes tipos de rayos de acuerdo con su longitud de onda: los UVA que comprenden las radiaciones entre 320 nm y 400 nm., los UVB que comprenden las longitudes de onda entre 280 nm y 320 nm y los UVC que comprenden las radiaciones entre 100 nm y 280 nm. El Sol emite una gran cantidad de energía a la Tierra, de la cual solo entre un 6% a 7% corresponde a la radiación ultravioleta (UV). Aunque en gran parte es filtrada por la atmósfera, esta puede llegar al ojo, siendo absorbida mayormente por la córnea y el cristalino, mientras que menos del 1% llega a la retina. La exposición constante y prolongada a la luz solar, puede conducir a diversas patologías oculares, debido a su efecto acumulativo (20, 21).

La radiación solar viaja a través de la atmósfera terrestre antes de llegar a la superficie y en este recorrido toda la radiación UV-C y el 90 % de la UV-B es absorbida por gases como el ozono, vapor de agua, oxígeno y dióxido de carbono, mientras que, la radiación UV-A es débilmente absorbida en la atmósfera. Debido a lo anterior, la radiación UV que alcanza la superficie de la Tierra está compuesta en gran parte por la radiación UV-A (95%) y en menor grado por la UV-B (5%). La radiación UV que alcanza la troposfera es el motor de todos los procesos fotoquímicos en las capas bajas de la atmósfera de la Tierra, beneficiando ciertas funciones de los organismos vivos, pero en dosis excesivas y acumulativas, sus consecuencias pueden ser perjudiciales (21).

### ***2.2.1 Clasificación de los Rayos Ultravioleta y Sus Efectos Sobre la Salud Humana y el Ambiente.***

En el ser humano, una exposición prolongada a la radiación solar UV puede producir efectos agudos y crónicos en la salud de la piel, los ojos y el sistema inmunitario. Puede causar lesiones inmediatas que van desde un pequeño enrojecimiento de la piel a auténticas quemaduras.

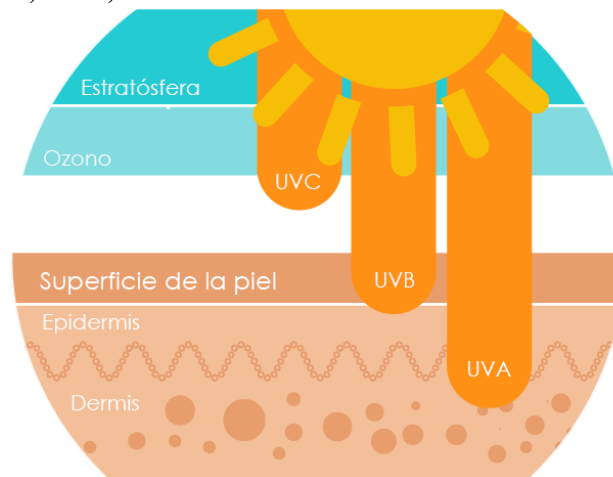
A largo plazo este daño acumulativo produce cambios a nivel celular en cada una de las diferentes capas de la piel, del tejido fibroso y de los vasos sanguíneos, que se puede traducir más tarde en el envejecimiento prematuro de la piel como el fotoenvejecimiento, la fotosensibilidad o en el peor de los casos en un cáncer, el cual se manifiesta con tumores, manchas, úlceras, lunares o masas. La radiación UV puede producir también reacciones oculares como las cataratas y de tipo inflamatorio, como la queratitis actínica (22).

A demás de los efectos nocivos que tiene la radiación UV en el organismo, esta también es beneficiosa para el cuerpo ya que la vitamina D, ayuda a metabolizar el calcio necesario para los huesos y evitar patologías como el raquitismo y la osteoporosis, mejorar el ánimo de las personas y ayudar a tener una mejor disposición contra la depresión, ayudar en tratamientos de enfermedades cutáneas (22). También puede contribuir a mejorar la salud cardiovascular, aumentar las defensas del sistema inmunológico, beneficiar el ciclo saludable del sueño ayudando a la secreción de la melatonina, entre otras (22). Cabe resaltar que esta exposición debe ser muy controlada, manejando el equilibrio para que esta sea de beneficio y perjudique en lo menos posible, usando la protección adecuada y requerida (22).

**2.2.1.1 Los Rayos UVA (320-400 nm).** Los rayos UV-A son la forma menos dañina de la radiación ultravioleta, además son los que llegan a la Tierra en mayores cantidades, siendo la continuación de la radiación visible, pero presenta un menor peligro por ser menos energéticos y asimismo son responsables del bronceado de la piel. Aproximadamente el 50% de UVA penetra la epidermis y lo hace con mayor profundidad que la radiación UVB, causando lesiones crónicas inducidas por la luz, como el envejecimiento prematuro de la piel y su oscurecimiento. También son responsables de la formación de radicales libres (pueden dañar las células de la epidermis y la

dermis) y de reacciones tanto fototóxicas como fotoalérgicas (tales como las alergias solares denominadas fotodermatitis poliforme). A nivel ocular, pueden causar daño en la retina y la formación de las cataratas. Tiene muchas aplicaciones científicas, tecnológicas y beneficios como aumento de la inmunidad a las enfermedades y síntesis de vitaminas, además favorecen el crecimiento. Tiene aplicaciones terapéuticas en el tratamiento de la psoriasis, acné, linfomas cutáneos de células T, repigmentación del vitíligo y es la radiación empleada en las cabinas bronceadoras (21, 23). Ver figura N° 3.

**Figura 3.** Los Rayos UVC, UVB, UVA

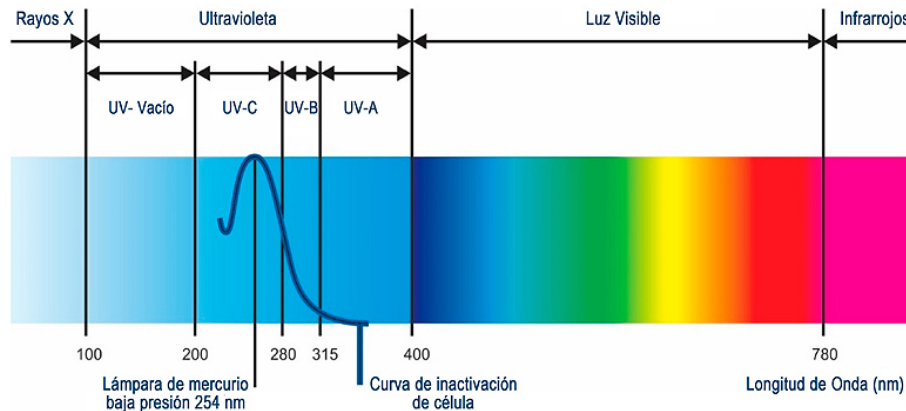


Adaptado de Protectone (24)

**2.2.1.1 Los Rayos UVB (280-320 nm).** También tienen la capacidad de atravesar la atmósfera, son los más energéticos y perjudiciales para la salud a pesar de que el 90% se bloquea por el ozono y el oxígeno de la atmósfera. Los UVB pueden causar enrojecimiento, quemaduras, ampollas e incluso quemaduras de sol de segundo grado. Las longitudes de onda UVB son más efectivas para producir quemaduras de sol a corto plazo, así como envejecimiento prematuro de la piel a largo plazo. Reducen la eficiencia del sistema inmunológico, aumentando el riesgo de infecciones y disminuyendo la eficacia de las vacunas, ya que la radiación UV-B actúa como un

agente inmunosupresor local. Además de ser los principales responsables del daño ocular favoreciendo a la opacificación del cristalino, la formación de pterigión y lesiones de retina con pérdida visual permanente, provocan rugosidades, hipopigmentaciones e hiperpigmentaciones en la piel, melanoma y otros tipos de cáncer de piel por mutaciones en el ADN de las células cutáneas. Adicionalmente producen daños a materiales y equipos que se encuentren a la intemperie, pueden provocar daños en la piel y ojos de los animales, además de cambios en los procesos de producción de los vegetales, cosechas y formas de vida marina (20, 21). Ver figura N° 4.

**Figura 4.** *Los Rayos Ultravioleta y Longitud de Onda.*

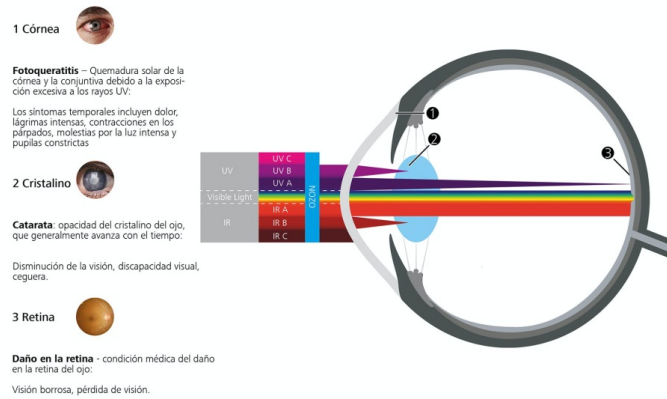


Adaptado de UVC Zone (25)

**2.2.1.1 Los Rayos UVC (100-280 nm).** Este tipo de radiación es extremadamente peligrosa porque es muy energética, pero es absorbida completamente por el ozono y el oxígeno, es decir que gracias a la acción de la capa de Ozono de la estratosfera no alcanza la superficie de la tierra. Se halla en fuentes artificiales como lámparas ultravioletas, germicidas o en el arco de soldadura. Estos rayos penetran ligeramente en la piel, pero dañan la visión (21). Ver figura N° 5.

**Figura 5. Daño Ocular Producido por la Radiación Ultravioleta – UV C, B, A****Radiación Ultravioleta - UV C, B, A**

La radiación UV es una causa importante o agravante de algunas enfermedades oculares.



Adaptado de Zeiss (26)

## 2.3 El Índice de Radiación Ultravioleta

La radiación solar se puede evaluar utilizando la medición estándar internacional de la intensidad de la radiación ultravioleta definida como índice UV. Este parámetro es utilizado como indicador de la cantidad de daño en la piel por radiación UV que se espera que alcance la superficie de la tierra en el momento en que el sol esté más alto en el cielo. El índice UV indica la intensidad de la radiación UV-B en una escala del 1 al 11+, (encontrándose valores particulares entre 18 a 20, generados especialmente en los trópicos, a grandes altitudes), dependiendo del área, elevaciones, nubes y hora del día. Entre más alto el índice, mayor el daño ocular y cutáneo. Este índice permite evaluar los riesgos de afectación de las personas, según el tipo de piel y es una medida de orientación dirigida a promover en la población una exposición saludable al Sol, ya que ésta es necesaria para diversos procesos biológicos del organismo humano. Las categorías de exposición se muestran en la figura N° 6 (27).

**Figura 6.** *Categorías de Exposición a la Radiación UV*

CATEGORÍA DE EXPOSICIÓN	INTERVALO DE VALORES DEL IUUV
<b>BAJA</b>	<b>&lt; 2</b>
<b>MODERADA</b>	<b>3 A 5</b>
<b>ALTA</b>	<b>6 A 7</b>
<b>MUY ALTA</b>	<b>8 A 10</b>
<b>EXTREMADAMENTE ALTA</b>	<b>11+</b>

Adaptado de IDEAM (28)

### **2.3.1 Presentación y Comunicación del Índice de Radiación Ultravioleta.**

El I-UV se dirige especialmente a los grupos de población vulnerables y con exposición alta, como los niños y los turistas, pero también sirve para informar a la población sobre los diversos efectos de la radiación ultravioleta sobre la salud, como las quemaduras solares, el cáncer y el envejecimiento de la piel o las alteraciones oculares y del sistema inmunitario. Se debe destacar que los efectos adversos para la salud debidos a la exposición de la radiación UV son acumulativos y que la exposición en la vida diaria puede ser tan importante como la que se produce durante las vacaciones en climas soleados (27).

Al comunicar el I-UV, se pone el máximo énfasis en la intensidad máxima de la radiación UV en un día determinado, ya sea como categoría de exposición, el valor o intervalo de valores del IUUV o ambos, que se produce durante el periodo de cuatro horas en torno al mediodía solar (27).

Una de las formas de hacer público el índice UV es a través de pictogramas como los que ha realizado el programa INTERSUN de la OMS; un paquete de gráficas estandarizadas que incluyen: el logo I-UV, el valor del I-UV, el color internacional para los diferentes valores del IUUV, y el mensaje de protección según el nivel de índice UV (27). (Ver figura N° 7 y 8)

**Figura 7.** Código Internacional de Colores - Índice UV

INDICE UV 1	INDICE UV 2	INDICE UV 3	INDICE UV 4	INDICE UV 5	INDICE UV 6	INDICE UV 7	INDICE UV 8	INDICE UV 9	INDICE UV 10	INDICE UV 11+
Bajo		Moderado			Alto		Muy alto		Extremadamente alto	
(1,2)		(3,4,5)			(6,7)		(8,9,10)		(11+)	
Verde PMS 375		Amarillo PMS 102			Naranja PMS 151		Rojo PMS 032		Morado PMS 265	

Adaptado de IDEAM (28)

**Figura 8.** Sistema de Protección Solar con Mensajes Sencillos y Fáciles de Recordar- Índice UV

INDICE UV 1	INDICE UV 2	INDICE UV 3	INDICE UV 4	INDICE UV 5	INDICE UV 6	INDICE UV 7	INDICE UV 8	INDICE UV 9	INDICE UV 10	INDICE UV 11+
NO NECESITA PROTECCIÓN		NECESITA PROTECCIÓN					NECESITA PROTECCIÓN EXTRA			
¡Puede permanecer en el exterior sin riesgo!		¡Manténgase a la sombra durante las horas centrales del día! ¡Use camisa, crema de protección solar y sombrero! ¡Use gafas con filtro UV-B y UV-A!					¡Evite salir durante las horas centrales del día! ¡Busque la sombra! ¡Son imprescindibles camisa, crema de protección solar y sombrero! ¡Use gafas con filtro UV-B y UV-A!			

Adaptado de IDEAM (28)

## 2.4 Factores que Inciden en la Exposición a la Radiación Ultravioleta

El nivel de radiación ultravioleta que llega a la superficie de la tierra puede variar en función de una gran variedad de factores. Cada uno de los siguientes factores puede aumentar el riesgo de sobreexposición a la radiación ultravioleta y de sus efectos sobre la salud en general (22).

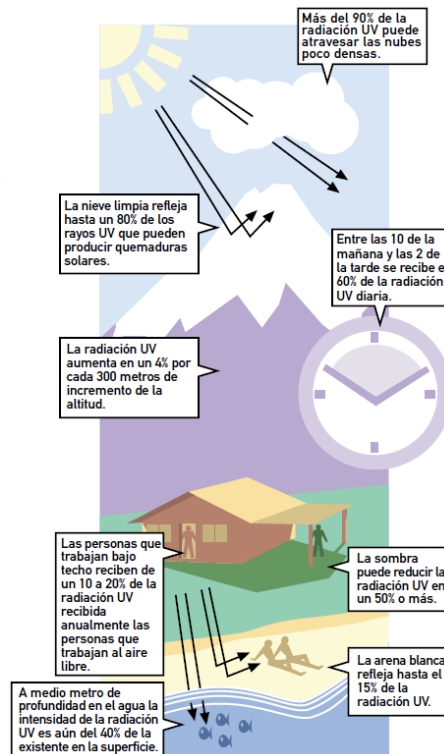
### 2.4.1 La Altura del Sol

Cuanto más alto este el sol en el cielo, más intensa es la radiación UV. Así, la intensidad de la radiación UV varía según la hora del día y la época del año. El sol está en su punto más alto en el cielo alrededor del mediodía. A esa hora, la distancia que recorren los rayos solares dentro de la atmósfera es más corta y los niveles de UVB son los más altos. Temprano en la mañana y al final de la tarde, los rayos solares atraviesan la atmósfera de forma oblicua, lo cual reduce en gran medida su intensidad (29).

Fuera de las zonas tropicales, las mayores intensidades de la radiación UV se producen cuando el sol alcanza su máxima altura, alrededor del mediodía durante los meses de verano (29).

Ver figura N° 9.

**Figura 9.** Factores que Influyen en los Niveles de Radiación UV



Adaptado de IDEAM (30)

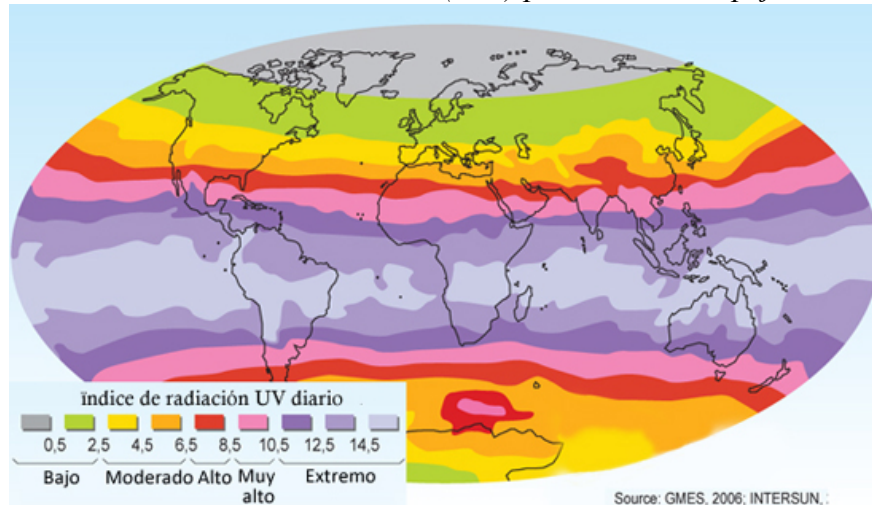
### 2.4.2 La Latitud

La latitud es la distancia angular entre la línea ecuatorial, y un punto determinado de la Tierra; medida a lo largo del meridiano en el que se encuentra dicho punto. Según el hemisferio en el que se sitúe el punto, puede ser latitud norte o sur. Entendiéndola ahora se puede decir que entre más cerca este la latitud al ecuador, más intensa será la radiación UV, gracias a un estudio realizado por unos expertos en Ecuador, donde hallaron un debilitamiento sostenido de la capa de

ozono sobre la franja ecuatorial del planeta y niveles anormalmente elevados de radiación ultravioleta en varias ciudades del país durante el 2009 (31).

Cuando hay latitudes más altas, el sol está más bajo en el cielo, por lo que los rayos ultravioletas deben recorrer una distancia mayor a través de las capas de la atmósfera en donde hay más ozono, y en consecuencia la radiación ultravioleta es menor en esas latitudes (32). Y como dato se tiene que Bucaramanga cuenta con una latitud de 7.11392 (33). Ver figura N° 10.

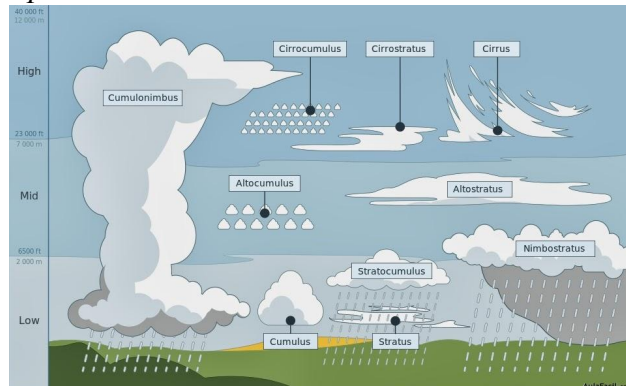
**Figura 10.** *Máximo Valor Diario del Índice UV (IUV) para Cielos Despejados*



Adaptado de IDEAM (34)

### 2.4.3 La Nubosidad

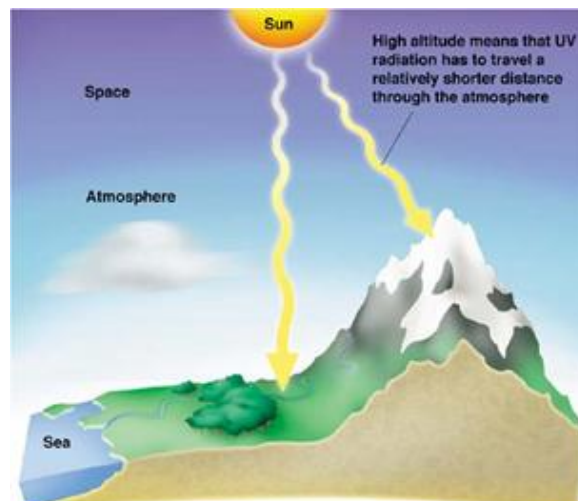
La intensidad de la radiación UV es máxima cuando no hay nubes, pero puede ser alta incluso con la presencia de nubes. La dispersión de la luz solar puede producir el mismo efecto que la reflexión por diferentes superficies, aumentando así la intensidad total de la radiación UV. Las nubes reducen el nivel de radiación ultravioleta, pero no la eliminan completamente. Según el espesor de las nubes, es posible sufrir quemaduras en un día nublado (aumentar el riesgo de cáncer de piel y daños a nivel ocular a largo plazo) aunque no haga mucho calor (32). Ver figura N° 11.

**Figura 11.** *Nubosidad- Tipos de nubes*

Adaptado de Aula Facil (35)

#### 2.4.4 La Altitud

La altitud es la distancia vertical que existe entre cualquier punto de la Tierra con relación al nivel del mar; A mayor altitud la atmosfera es más delgada y absorbe una menor proporción de radiación UV. Con cada 1000 metros de incremento de la altitud, la intensidad de la radiación UV aumenta en un 10 a 12% (33). Bucaramanga y su área metropolitana está localizada a una altura en promedio de 950 metros sobre el nivel del mar (36). Ver figura N° 12.

**Figura 12.** *El Sol a Mayor Altitud*

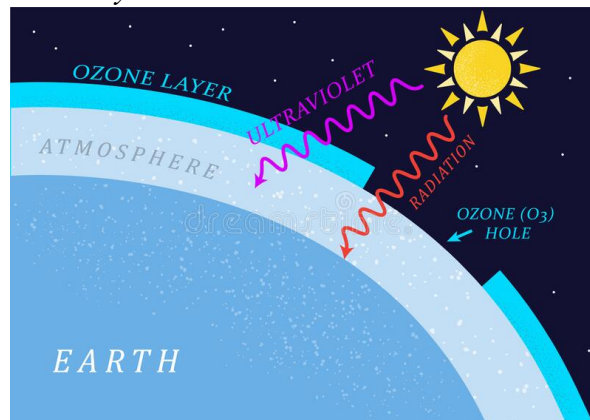
Adaptado de Quora (37)

### 2.4.5 El Ozono

El ozono absorbe parte de la radiación UV, especialmente la UVC que podría alcanzar la superficie terrestre, si la capa de ozono se encuentra disminuida o afectada no puede realizar su función correctamente por lo tanto entrarían más rayos de radiación UVB (20).

Esta reducción se ha ocasionado como consecuencia de la emisión industrial de sustancias que destruyen el ozono. Cabe resaltar que la concentración de ozono varía a lo largo del año e incluso del día (20). Ver figura N° 13.

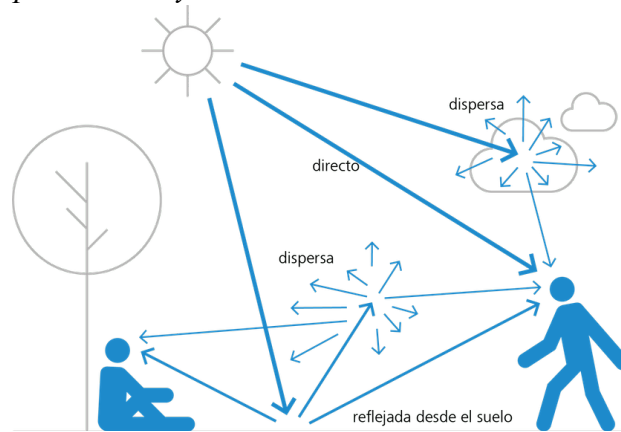
**Figura 13.** *El Agujero del Ozono y la Radiación UV*



Adaptado de Nature Journals (38)

### 2.4.6 La Reflexión por el Suelo

Diferentes tipos de superficies reflejan o dispersan la radiación UV en diversa medida, por lo cual puede potencializar el daño producido a nivel ocular; por ejemplo, la nieve reciente puede reflejar hasta un 80% de la radiación UV; la arena seca de la playa, alrededor de un 15%, y la espuma del agua del mar, alrededor de un 25% (21). Ver figura N° 14.

**Figura 14.** *La Reflexión por el Suelo y una Mirada Sobre el Cambio Climático*

Adaptado de Zeiss (39)

## 2.5 Ozono

Es un gas inestable de color azul y fuerte oxidante, es un compuesto inestable de tres átomos de oxígeno, muy fácil de producir, pero a la vez muy frágil y fácil de destruir (5).

El ozono es uno de los muchos gases constituyentes de la atmósfera. Aunque su proporción es pequeñísima (10-5 %) en comparación con otros componentes, es de vital importancia porque protege la vida del planeta de los rayos ultravioleta (UV-B), contribuyendo así al calentamiento de la estratósfera, que se manifiesta con el aumento de la temperatura con la altura, lo cual genera resistencia a los movimientos verticales. Por otro lado, el ozono es un gas de efecto invernadero (GEI) que absorbe y emite radiación infrarroja con lo cual contribuye al calentamiento de la tropósfera, mientras que, en la baja atmósfera y la superficie, el ozono se constituye en un contaminante nocivo para la salud. (40).

En las últimas décadas y con los avances industriales, se han venido inyectando a la atmósfera sustancias agotadoras de ozono (SAO), la mayoría de las cuales son GEI, estas disminuyen la cantidad del ozono en la estratosfera de latitudes medias y polares como, por

ejemplo, los clorofluorocarbonos (CFC), derivados de los hidrocarburos saturados, los cuales son producidos por muchas aplicaciones desarrolladas por el hombre, tales como la refrigeración, el aire acondicionado, los aerosoles, la espuma, los limpiadores de componentes electrónicos y los solventes; de esa forma se produce la destrucción de la capa de ozono, aumentando la exposición a la radiación ultravioleta (UV-B), con efectos potencialmente dañinos para los diferentes componentes del sistema terrestre (21).

El rango normal al que se espera encontrar es hasta los 240 U.D. (Unidades Dobson), si este se encuentra mayor, puede ser dañino, más que por sus concentraciones máximas por hora, lo es por la duración a la exposición a este, trayendo como consecuencias: “deterioro de la función pulmonar, envejecimiento prematuro de los pulmones, irritaciones oculares, de nariz y garganta, malestar en las vías respiratorias y tos, mayor incidencia de ataques asmáticos y síntomas de disfunción respiratoria en asmáticos, cefaleas y alteración del sistema inmunológico” (41).

### ***2.5.1 Tipos de Ozono***

El ozono es un gas que se divide en 2 capas según la ubicación en la atmósfera: El ozono troposférico y el ozono estratosférico. El troposférico es el principal contaminante fotoquímico y uno de los elementos clave del smog o niebla tóxica. Se origina principalmente en las áreas urbanas por varias fuentes de emisiones, como los automóviles y la industria. La contaminación por ozono es un problema diurno durante los días soleados, a causa de que la luz solar desempeña un papel primordial en su formación. Particularmente, cuando hay temperaturas elevadas y hay poca mezcla de las corrientes de aire, el ozono superficial puede acumularse a niveles tóxicos para la salud humana, produciendo daños respiratorios y pulmonares y dando lugar a ojos llorosos (5, 40).

El ozono estratosférico se forma en la atmósfera cuando la radiación ultravioleta alcanza la estratósfera y disocia las moléculas de oxígeno ( $O_2$ ) en oxígeno atómico ( $O$ ). Posteriormente, el oxígeno atómico se combina rápidamente con otras moléculas de oxígeno ( $O_2$ ) para así formar la capa de ozono ( $O_3$ ) siendo esta el principal filtro de la radiación ultravioleta proveniente del Sol que protege la vida en la tierra. En el ozono estratosférico se encuentra la mayor cantidad de ozono, el 90%, con una máxima concentración entre los 19 y 23 kilómetros; y varía según la época y el lugar geográfico (5, 40). Ver figura N° 15.

**Figura 15.** *Las Capas de la Atmósfera*



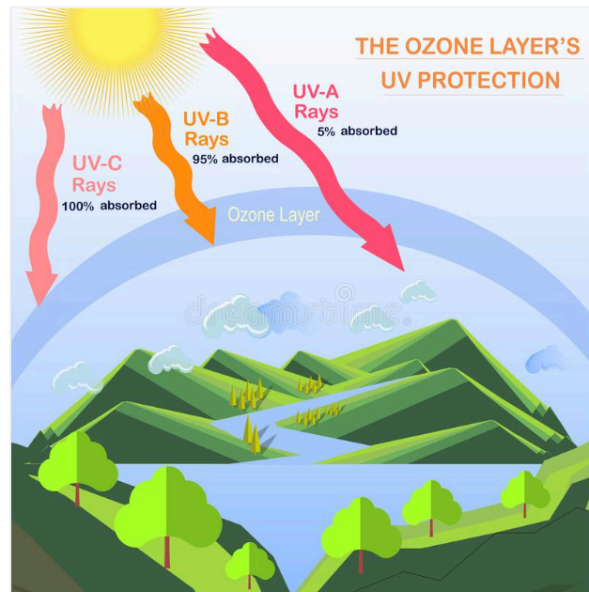
Adaptado de Preparaniños (42)

### 2.5.2 Capa de Ozono

La interacción de la radiación ultravioleta del espectro solar con el oxígeno a la altura de la estratósfera produce continuamente ozono, preciso para la vida en la tierra. El ozono se presenta desde la superficie terrestre hasta una altura aproximada de 70 kilómetros, pero la mayor cantidad, cerca del 90 % se da en la estratosfera entre los 16 y los 50 kilómetros, con una máxima concentración entre los 19 y 35 kilómetros. Esta capa de máxima concentración se conoce como la capa de ozono, la cual filtra la mayor parte de la radiación UVB, dejando pasar los rayos UVA,

necesarios para la vida en la tierra y varía según la época del año y el lugar geográfico (21). Ver figura N° 16.

**Figura 16.** *La Protección Ultravioleta de la Capa de Ozono*



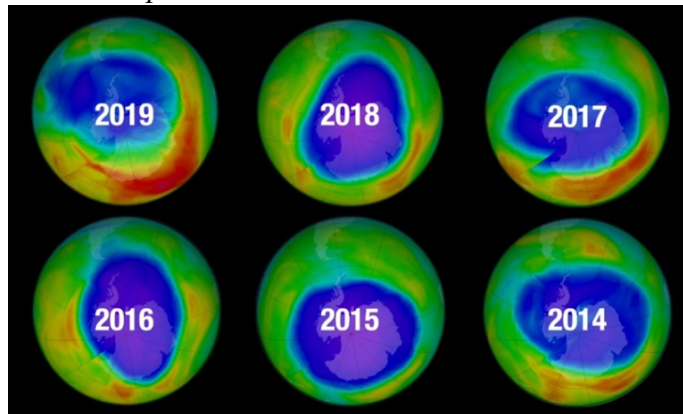
Adaptado de Dreamstime (43)

### 2.5.3 Destrucción de la Capa de Ozono

El ozono a su vez que se va formando se descompone por colisión con el oxígeno atómico y por la interacción con algunos químicos como el carbono, nitrógeno, hidrógeno, flúor, cloro y bromo, denominados clorofluorocarbonos (CFC). Otro grupo importante de los halocarbonos, son los halones. Estos contienen carbono, bromo, flúor y en algunos casos cloro y su uso más común es en la extinción de fuego. Estos halocarbonos son sustancias agotadoras de ozono (SAO) y producen la destrucción y adelgazamiento de la capa de ozono, que permite que los rayos UVB entren con mayor intensidad a la tierra y afecten la vida en el planeta (5).

El incremento de todos estos químicos en la atmósfera, muchos de los cuales pueden perdurar hasta cientos de años, ha favorecido y está favoreciendo el proceso de destrucción del ozono por largos periodos, fenómeno que se conoce como el agujero de la capa de ozono, descubierto desde 1985 en el Polo Sur (41). Ver figura N° 17.

**Figura 17.** *Destrucción de la Capa de Ozono*



Adaptado de Business Insider (44)

#### **2.5.4 Distribución de la Capa de Ozono**

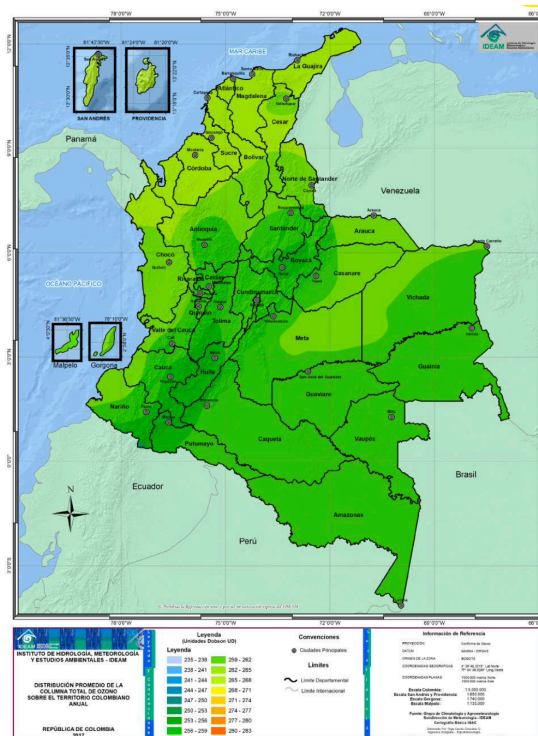
“En Colombia, la columna de ozono presenta variaciones significativas a lo largo del año, con una distribución monomodal, caracterizándose los meses de enero, febrero y diciembre por presentar los valores más bajos, mientras que Julio, agosto y septiembre los más altos” (5).

Entre diciembre y febrero, la columna de ozono presenta las menores variaciones espaciales y los valores más bajos del año, por lo tanto, es la época en la cual Colombia recibe mayor radiación ultravioleta. El sur de la región Caribe y el norte de la región Andina, sobre el suroccidente de Antioquia y oriente de Boyacá y Santander, registran las menores concentraciones de ozono, con niveles mínimos hasta de 239 U.D. A partir de esta área del país los valores de ozono crecen latitudinalmente hacia el norte y sur, siendo más acentuado hacia la parte meridional

y es así como en Leticia la columna de ozono es de 256 U.D., en tanto que, en la parte más septentrional de Colombia los valores se encuentran cercanos a 245 U.D. (5).

De Julio a septiembre la columna de ozono crece significativamente, caracterizándose el mes de agosto por registrar los valores más altos del año. Durante estos meses el aumento de las concentraciones de ozono es generalizado sobre el territorio nacional. La distribución espacial es similar durante estos tres meses, con un marcado contraste de valores entre el norte del país, donde se registran los valores más altos, entre 285 a 288 U.D., contra la zona sur, donde permanecen por debajo de 275 U.D., con un mínimo sobre el altiplano nariñense, cuyos valores oscilan entre 264 y 267 U.D (5). Ver figura N° 18.

**Figura 18.** *Distribución del Ozono en Colombia*



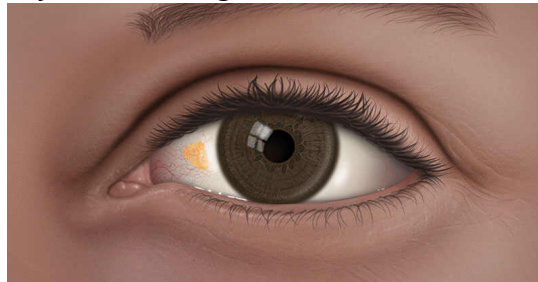
Adaptado de IDEAM (45)

## **2.6 Efectos de la Radiación Ultravioleta en la Conjuntiva**

La conjuntiva es una estructura del segmento externo del globo ocular, por lo cual es una de las que se encuentra con mayor exposición al medio ambiente (12). Esta estructura puede llegar a desarrollar cambios fisiológicos y morfológicos debido a la exposición a la radiación ultravioleta, como la inflamación, proliferación y daño de la barrera limbal (20). En el estroma conjuntival, la luz ultravioleta ocasiona la alteración y proliferación de los fibroblastos, produciendo colágeno y elastina anormales, la sobreexpresión de las metaloproteinasas de la matriz extracelular, pérdida de espacios entre fibras de colágeno y bandas elastoides anchas (12, 20). En los vasos conjuntivales se producen cambios degenerativos en la membrana basal de células endoteliales y un engrosamiento endotelial de 50 a 100 veces más de lo normal (20). El daño molecular producido por la radiación solar crónica, particularmente los rayos ultravioletas, es el principal factor causal del pterigión y pingüecula (12). La pingüecula y el pterigión muestran muchos de los mismos cambios en el tejido conectivo, pero son enfermedades diferentes. Si se producen cambios mutacionales en el epitelio limbal en el borde corneal de una pingüecula, puede convertirse en un pterigión. (12, 13, 46).

### ***2.6.1 Degeneración Conjuntival***

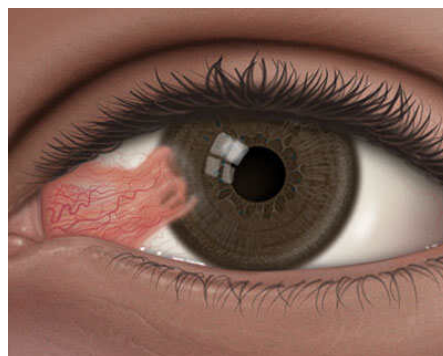
La degeneración conjuntival también conocida como pingüecula es una degeneración de las fibras de la conjuntiva bulbar bastante frecuente, que por lo general es bilateral y asintomática, se observan como nódulos de color amarillento y avasculares, que aparecen comúnmente en el lado nasal, orientados horizontalmente contiguos al limbo esclerocorneal (46, 47, 48). Ver figura N° 19.

**Figura 19.** *Degeneración Conjuntival – Pingüécula*

Adaptado de American Academy of Ophthalmology (49)

### 2.6.2 Pterigi3n

El pterigi3n es un crecimiento fibrovascular de forma triangular del tejido conjuntival bulbar que va progresivamente desde la car3ncula hasta la c3rnea, a causa de la exposici3n a la radiaci3n ultravioleta y posiblemente a otros factores como sequedad superficial cr3nica (46, 47, 48). A diferencia de la pingüécula, el pterigi3n invade la c3rnea destruyendo la capa de Bowman y puede estar asociado con cambios en las capas internas como en la membrana de Descemet y el endotelio (13). Ver figura N3 20.

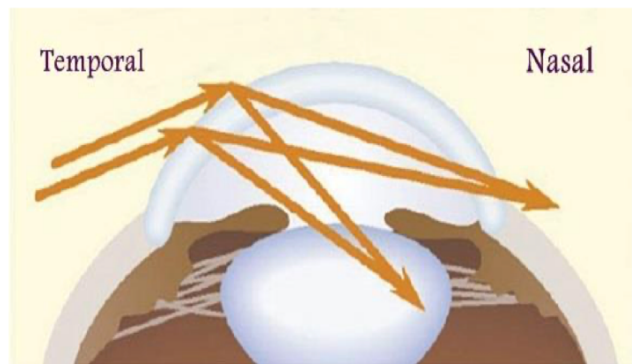
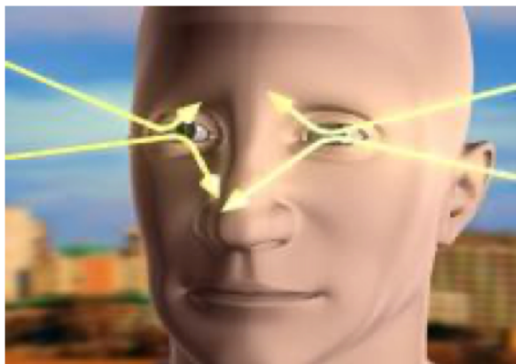
**Figura 20.** *Pterigi3n*

Adaptado de American Academy of Ophthalmology (49)

Una de las causas que genera alteraciones en la morfología de la conjuntiva, es el efecto de focalizaci3n de luz perif3rica (PLF o efecto Coroneo). La focalizaci3n se debe a que la forma

curvada de los ojos concentra la radiación incidente hacia los lados de la nariz, esto se produce debido a que la córnea actúa como una lente, enfocando la luz que incide sobre la zona temporal de la córnea hacia el lado nasal. La anatomía de la nariz evita que este efecto ocurra en dirección contraria, aunque si el puente nasal es plano, la luz también puede focalizarse en el limbo temporal. La cantidad de radiación enfocada también dependerá de la forma de la córnea y la profundidad de la cámara anterior. La intensidad de la luz en el limbo nasal es aproximadamente 20 veces superior a la intensidad de luz incidente debido a este efecto. Debido al efecto de focalización de luz periférica, el 90% de los casos de pterigión se producen en el limbo nasal. (50) Ver figura N° 21.

**Figura 21.** *Efecto de Focalización de Luz Periférica.*



Adaptado de Vision Care Institute (51)

## 2.7 Marco Legal

### 2.7.1 Ley 372 de 1997

**2.7.1.1 Artículo 1° del Objeto.** La presente ley reglamenta el ejercicio de la profesión de optometría, determina la naturaleza, propósito y campo de aplicación, desarrolla los principios que

la rigen señala sus entes rectores de dirección, organización, acreditación y control del ejercicio profesional (52).

**2.7.1.2 Artículo 2º Definición.** “Para los fines de la presente ley, la optometría es una profesión de la salud que requiere título de idoneidad universitario, basada en una formación científica, técnica y humanística. Su actividad incluye acciones de prevención y corrección de las enfermedades del ojo y del sistema visual por medio del examen, diagnóstico, tratamiento y manejo que conduzcan a lograr la eficiencia visual y la salud ocular, así como el reconocimiento y diagnóstico de las manifestaciones sistémicas que tienen relación con el ojo y que permiten preservar y mejorar la calidad de vida del individuo y la comunidad” (52).

### ***2.7.2 Ley 650 de 2001 Código de Ética Profesional de Optometría***

#### **2.7.2.1 Principios Generales.**

1. El honor profesional del optómetra consiste en dedicar íntegramente, sin reserva, a su paciente, toda su capacidad profesional, con amor, consagración, responsabilidad y buena fe (52).
2. El optómetra es un servidor de la sociedad y, por consiguiente, debe someterse a las exigencias que se derivan de la naturaleza y dignidad humana (52).
3. Los conocimientos, capacidades y experiencias con que el optómetra sirve a sus pacientes y a la sociedad, constituyen la base de su profesión; por lo tanto, tiene la obligación de mantener actualizados los conocimientos que tendrán como objetivo una óptima y mejor prestación de sus servicios (52).

4. El optómetra prestará sus servicios profesionales a toda la colectividad sin distinciones de nacionalidad, raza, religión, sexo, condición social, política o económica, dando buen ejemplo y evitando todos aquellos actos que demeriten su profesión (52).

Deben observarse en él, las subsecciones de Participantes, Herramientas y Procedimientos (éstos, a su vez, son los subtítulos que se agregan con su respectiva explicación). Debe ser clara la manera en que se efectuó el estudio. Responde a la pregunta: ¿Cómo se va a realizar la investigación / proyecto?

Son las acciones y los procedimientos necesarios para alcanzar las metas y los objetivos propuestos. El método es el camino que se elige para la obtención de un fin. La metodología implica la definición de tareas, normas y procedimientos para la ejecución.

### ***2.7.3 Acto Legislativo 2 de 2003***

**2.7.3.1 Artículo 15.** "Todas las personas tienen derecho a su intimidad personal y familiar y a su buen nombre, y el Estado debe respetarlos y hacerlos respetar. De igual modo, tienen derecho a conocer, actualizar y rectificar las informaciones que se hayan recogido sobre ellas en los bancos de datos y en archivos de entidades públicas y privadas (53).

### ***2.7.4 Resolución Número 1995 de 1999 (Julio 8)***

#### **2.7.4.1 Definiciones y Disposiciones Generales.**

**2.7.4.1.1 Artículo 1. Definiciones.** La Historia Clínica es un documento privado, obligatorio y sometido a reserva, en el cual se registran cronológicamente las condiciones de salud

del paciente, los actos médicos y los demás procedimientos ejecutados por el equipo de salud que interviene en su atención. Dicho documento únicamente puede ser conocido por terceros previa autorización del paciente o en los casos previstos por la ley (54).

Estado de salud: El estado de salud del paciente se registra en los datos e informes acerca de la condición somática, psíquica, social, cultural, económica y medioambiental que pueden incidir en la salud del usuario (55).

Archivo de Gestión: Es aquel donde reposan las Historias Clínicas de los Usuarios activos y de los que no han utilizado el servicio durante los cinco años siguientes a la última atención (55).

Archivo Central: Es aquel donde reposan las Historias Clínicas de los Usuarios que no volvieron a usar los servicios de atención en salud del prestador, transcurridos 5 años desde la última atención (55).

Archivo Histórico. Es aquel al cual se transfieren las Historias Clínicas que, por su valor científico, histórico o cultural, deben ser conservadas permanentemente (55).

#### **2.7.4.1.2 Artículo 3.** Características de la historia clínica. Las características básicas son:

- **Integralidad:** La historia clínica de un usuario debe reunir la información de los aspectos científicos, técnicos, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación de la enfermedad, abordándolo como un todo en sus aspectos biológico, psicológico y social, e interrelacionado con sus dimensiones personal, familiar y comunitaria (55).
- **Secuencialidad:** Los registros de la prestación de los servicios en salud deben consignarse en la secuencia cronológica en que ocurrió la atención (55).
- **Racionalidad científica:** Es el diligenciamiento y registro de las acciones en salud brindadas a un usuario, de modo que evidencie en forma lógica, clara y completa (55).

- Disponibilidad: Es la posibilidad de utilizar la historia clínica en el momento en que se necesita, con las limitaciones que impone la Ley (55).
- Oportunidad: Es el diligenciamiento de los registros de atención de la historia clínica, simultánea o inmediatamente después de que ocurre la prestación del servicio (55).

### ***2.7.5 Resolución 839 del 2017***

**2.7.5.1 Artículo 3.** Retención y tiempos de conservación documental del expediente de la historia clínica. La historia clínica debe retenerse y conservarse por el responsable de su custodia, por un periodo mínimo de quince (15) años, contados a partir de la fecha de la última atención. Los cinco (5) primeros años dicha retención y conservación se hará en el archivo de gestión y los diez (10) años siguientes en el archivo central (56).

**2.7.5.2 Artículo 9. Identificación del Usuario.** Los contenidos mínimos de este componente son: datos personales de identificación del usuario, apellidos y nombres completos, estado civil, documento de identidad, fecha de nacimiento, edad, sexo, ocupación, dirección y teléfono del domicilio y lugar de residencia, nombre y teléfono del acompañante; nombre, teléfono y parentesco de la persona responsable del usuario, según el caso; aseguradora y tipo de vinculación (56).

**2.7.5.3 Artículo 14. Acceso a la Historia Clínica.** Podrán acceder a la información contenida en la historia clínica, en los términos previstos en la Ley:

1. El usuario.

2. El Equipo de Salud.
3. Las autoridades judiciales y de Salud en los casos previstos en la Ley.
4. Las demás personas determinadas en la ley (56).

### **3. Metodología**

El trabajo de grado titulado “Relación entre la prevalencia de patologías de la conjuntiva en pacientes que consultan a la clínica de optometría de la Universidad Santo Tomás de octubre de 1997 a diciembre de 1998 vs junio del 2018 a junio del 2019, atendiendo al índice de radiación ultravioleta y niveles de ozono para el 2018 y 2019”, se encuentra inmerso dentro del área de investigación de cuidado primario de la salud visual y ocular desde el desarrollo de la optometría basada en evidencia. Corresponde a la línea de investigación N°2: Salud colectiva con énfasis en salud visual y ocular, ya que evalúa la relación entre la prevalencia de patologías de conjuntiva en pacientes que consultaron a la Clínica de Optometría de la Universidad Santo Tomás, en el período de octubre de 1997 a diciembre de 1998 vs junio del 2018 a junio del 2019 y describir los niveles de radiación ultravioleta y ozono entre junio del 2018 y junio del 2019, dando cumplimiento al objetivo.

Esta investigación se realizó bajo un Estudio ecológico de tendencia temporal analítico, donde se comparó la prevalencia de alteraciones de la conjuntiva entre octubre de 1997 a diciembre de 1998 vs lo reportado en el período de junio de 2018 a junio de 2019 con las variables ecológicas de índice de radiación ultravioleta y niveles del ozono.

### **3.1 Selección y Descripción de la Población**

La población que se estudió en este caso fueron pacientes que asistieron a la clínica de optometría de la Universidad Santo Tomás. La fuente de recolección de la información de cada individuo se hizo mediante el acceso a la base de datos de registros clínicos suministrada por la coordinación de servicios de optometría de la Universidad Santo Tomás de los períodos junio del 2018 a junio del 2019. Todo esto con el objetivo de conocer el comportamiento de la prevalencia de desarrollar patologías en conjuntiva con relación a la exposición a la RUV y al ozono en Bucaramanga y su Área Metropolitana.

### **3.2 Tamaño de Muestra**

Para esta investigación, no se realizó cálculo de tamaño de muestra, pues se tomó el censo considerando los registros clínicos de los pacientes que asistieron a la clínica de optometría de la Universidad Santo Tomás en el período de junio del 2018 a junio del 2019 y se accedió a la información del trabajo de grado de 1997 a diciembre de 1998, con lo que se establecieron dos patologías: 242 diagnósticos de pterigión y 326 de degeneración conjuntival.

### **3.3 Técnica de Muestreo**

La población se seleccionó bajo la técnica de muestreo por conveniencia, donde se eligieron los registros clínicos de manera directa e intencionada a medida que cumplieran con los criterios de selección de parte del trabajo de investigación.

Los registros clínicos se eligieron de la siguiente manera:

1. Se tuvo acceso a la base de datos de la Clínica de Optometría de la Universidad Santo Tomás durante el período de tiempo de junio de 2018 a junio de 2019. Debido a la pandemia

por el coronavirus (COVID-19) se suspendieron las actividades presenciales en las universidades a nivel nacional, lo cual limitó el acceso directo a cada historia clínica con sus respectivos datos.

2. Con la base de datos, se realizó una exhaustiva búsqueda de los pacientes que cumplieran con los criterios de selección del actual trabajo. Se eliminaron registros duplicados y se seleccionaron los pacientes con patologías crónicas que se presentan por exposición acumulada a los altos índices ultravioleta, y pacientes con diagnósticos de alteraciones en conjuntiva correspondientes a las que se trataron en la investigación.

3. De la base de datos, se tomaron en cuenta los datos sociodemográficos que se encontraron como el sexo y la edad, que ayudaron en la correlación de los datos.

### **3.4 Criterios de Selección**

#### ***3.4.1 Criterios de Inclusión***

El paciente que asistió a la Clínica Integral o Clínica de Patología del Segmento Anterior de la Universidad Santo Tomás de Bucaramanga y/o Floridablanca entre junio de 2018 y junio de 2019, residente del área metropolitana de Bucaramanga, con diagnóstico de pterigión y degeneración y depósitos conjuntivales.

#### ***3.4.2 Criterios de Exclusión***

- Pacientes con alteraciones conjuntivales no crónicas
- Datos que evidencian inconsistencias en las variables de interés

### 3.5 Procedimiento

En primer lugar, se solicitó la aprobación de la Dirección General de Clínicas y la Institución mediante una carta, pidiendo permiso para acceder a la base de datos de registros clínicos de los servicios de optometría de la Universidad Santo Tomás de los períodos junio del 2018 a junio del 2019.

Posteriormente, se accedió a los registros clínicos de los pacientes que asistieron a la clínica de optometría de la universidad Santo Tomás entre junio del 2018 a junio del 2019. Se evaluó la correlación clínica de los datos, como las fallas en el diligenciamiento pues no coincidían los números de documento con las edades en 9 casos, así mismo, se eliminaron los duplicados. Se recolectaron datos sociodemográficos como la edad y el sexo y datos clínicos relacionados con el diagnóstico como las degeneraciones conjuntivales y el pterigión.

Después se revisaron los resultados reportados en la tesis titulada "Estudio Epidemiológico de los Problemas del Sistema Visual en la IPS Clínica de Optometría de la Universidad Santo Tomas 1997 - 1998, Bucaramanga" para poder comparar la prevalencia de patologías de la conjuntiva con los datos recolectados en el actual trabajo de investigación.

Para concluir, se tomó información sobre el índice UV y los niveles de ozono del área metropolitana de Bucaramanga del período de tiempo de junio del 2018 a junio del 2019 a través de la página web del IDEAM: <http://bart.ideam.gov.co/wrfideam/indiceuv/indice.php?ciudad=BUCARAMANGA>, recolectando la información de manera semanal a través de pantallazos para finalmente tener un registro mensual de la información obtenida.

### 3.6 Variables

**Tabla 1.** *Variables.*

Objetivo específico	Variable	Definición conceptual	Definición operacional
Describir los niveles de radiación ultravioleta y niveles de ozono en la ciudad de Bucaramanga.	Índice UV	Indicador que asocia la intensidad de la radiación solar ultravioleta (UV-B) incidente sobre la superficie de la tierra, con posibles daños en la piel humana.	Escala del 1 al 11+, y valores particulares de 12 a 20.
	Niveles de ozono	Instrumento para comprobar la diferencia o igualdad de altura entre dos puntos, donde se concentra el ozono atmosférico que es de gran importancia biológica porque filtra radiación ultravioleta.	256 a 264 unidades Dobson
Identificar las características clínicas y sociodemográficas de los pacientes en estudio.	Pterigión	Crecimiento anormal de tejido con forma triangular que se extiende desde la conjuntiva hasta la córnea.	Presente / Ausente
	Degeneración y depósitos conjuntivales	Engrosamiento de tejido de color amarillo en la conjuntiva.	Presente / Ausente
	Edad	Tiempo que ha vivido una persona o ciertos animales o vegetales.	Años cumplidos
	Sexo	Condición orgánica, masculina o femenina, de los animales y las plantas.	Femenino / Masculino / No disponible
	Año	Periodo de doce meses, a contar desde el día 1 de enero hasta el 31 de diciembre, ambos inclusive.	2018-2019

Adaptado de documentos de variables

**Tabla 2.** *Análisis Univariado.*

Variable	Análisis Univariado	Representación gráfica
Índice UV	Cuantitativa	Gráfico de tendencia
Niveles de ozono	Medida de tendencia: mediana	
Edad		
Año		
Pterigión	Cualitativa	Diagrama de barras
Degeneración y depósitos conjuntivales	Frecuencia relativa	
Sexo		

Adaptado de documentos de análisis univariados

**Tabla 3.** *Análisis Bivariado.*

Cruce variables	Prueba estadística
Índice UV – Pterigión	
Índice UV – Degeneración y depósitos conjuntivales	T-Student
Niveles de ozono – Pterigión	
Niveles de ozono – Degeneración y depósitos conjuntivales	
Edad – Pterigión	
Edad – Degeneración y depósitos conjuntivales	
Índice UV – Niveles de ozono	
Índice UV – Año	Coficiente de Pearson
Niveles de ozono – Año	
Sexo – Pterigión	
Sexo - Degeneración y depósitos conjuntivales	Exacta de Fisher

Adaptado de documentos de análisis bivariados

### 3.7 Consideraciones Éticas

Principios de Belmont:

- **Autonomía:** No aplica ya que la base de datos no incluía los datos personales de los pacientes como el nombre, número de teléfono o dirección.
- **Beneficencia:** Se obtuvo un beneficio indirecto ya que se aportó información evaluando la relación entre la prevalencia de patologías de la conjuntiva con los niveles de radiación UV y los de ozono, en pacientes que consultaron a la clínica de optometría.
- **No maleficencia:** Teniendo en cuenta que no se realizó valoración directa de los participantes, se cumplió ya que la obtención de la información no causó ningún tipo de daño a los participantes.

- Justicia: Se utilizaron los registros de la base de datos, de los participantes que presentaron alteraciones en conjuntiva.

Para efectos de esta investigación según la resolución 8430, fue una investigación sin riesgo debido a que es una investigación retrospectiva que aplicó la revisión de la base de datos de registros clínicos suministrada por la coordinación de servicios de optometría de la Universidad Santo Tomás y por tanto no se realizó ninguna intervención con los pacientes.

### 3.8 Sesgos

#### Ejecución

- Sesgo de selección: El sesgo de selección fue mínimo debido a que se incluyeron a todos los participantes que cumplieron con los criterios de selección.
- Sesgo de información: La probabilidad de ocurrencia aumenta asociada a la calidad de los registros clínicos, pues teniendo en cuenta que el presente trabajo se realizó con los datos obtenidos de la base de información de los pacientes que asistieron a la clínica de Optometría en el periodo objeto de estudio, no es posible garantizar la confiabilidad, ya que la información reportada proviene de lo registrado por distintos examinadores (docentes y estudiantes) y digitado en el sistema por el personal administrativo de la clínica de optometría.

Para intentar reducir la ocurrencia del sesgo de información se realizó revisión de la información consignada en la base, evaluando la correlación clínica de los datos, encontrando por ejemplo fallas en el diligenciamiento pues no coincidían los números de documento con las edades en 9 casos, así mismo, se eliminaron los duplicados.

- **Sesgo de confusión:** No se pudo identificar el grado de pterigión que presentó el paciente, pues en muchos registros clínicos en la parte de diagnóstico no se especificó.
- **Falacia ecológica:** Se dio por hecho que todos los pacientes en estudio fueron expuestos al promedio de radiación ultravioleta y ozono del área metropolitana de Bucaramanga, sin embargo, no se pudo identificar específicamente el nivel de exposición que tuvo cada individuo.

## **4. Resultados**

### **4.1 Datos del Trabajo de Grado “Problemas del Sistema Visual”**

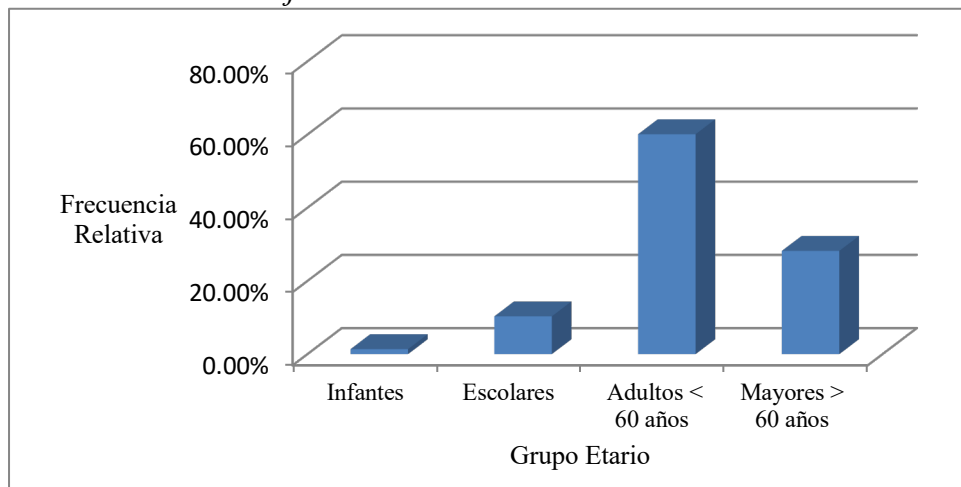
Con base en la tesis "Estudio Epidemiológico de los Problemas del Sistema Visual en la IPS Clínica de Optometría de la Universidad Santo Tomás 1997 - 1998, Bucaramanga", se revisaron los resultados obtenidos de los pacientes atendidos en la Clínica de Optometría de la Universidad Santo Tomás durante el período de tiempo comprendido entre octubre de 1997 y diciembre de 1998. Se trabajó solo con 436 historias clínicas que corresponde al 15,95% de las 2742 historias clínicas de la población general o universo, que corresponde al 100%; ya que solo se tuvieron en cuenta las historias clínicas que correspondían con los diagnósticos de interés en la presente investigación.

Para las patologías de interés, en el trabajo de grado mencionado anteriormente, la frecuencia que se reportó de pterigión en el ojo derecho fue de 4.7% (130), en el ojo izquierdo de 4.6% (127) y en ambos ojos de 2.4% (66). De igual manera, la degeneración conjuntival se

presentó en el ojo derecho con una prevalencia de 3.1% (76), en el ojo izquierdo de 2.8% (78) y en ambos ojos de 2.2% (61).

También se realizó un diagrama de barras sobre los trastornos de la conjuntiva relacionados con la edad donde se asume que en ellos se distribuyen el pterigión y la degeneración conjuntival. Se evidencia que la mayor frecuencia de alteraciones conjuntivales se presenta en el grupo de los adultos menores de 60 años, con una frecuencia de 262 (9,6%), seguida por el grupo de los adultos mayores de 60 años, con una frecuencia de 123 (4,49%). Ver figura N° 22.

**Figura 22.** *Trastornos de la Conjuntiva Relacionados con la Edad*



Adaptado de Trabajo de Grado “Problemas del sistema visual” (57)

Teniendo en cuenta que el estudio anterior se realizó sin delimitar la procedencia de la población de estudio, con base a la tesis actual, solo se tendrán en cuenta los valores de frecuencia de la población residente en el área metropolitana de Bucaramanga. Al respecto se evidencia que el 81.9% (2245) de los pacientes eran de Bucaramanga (Ver Tabla 4).

**Tabla 4.** *Distribución de la población según municipio de residencia*

Procedencia	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa (%)
<b>Bucaramanga</b>	2245	81,90
<b>Floridablanca</b>	277	10,10
<b>Girón</b>	61	2,20
<b>Piedecuesta</b>	52	1,90

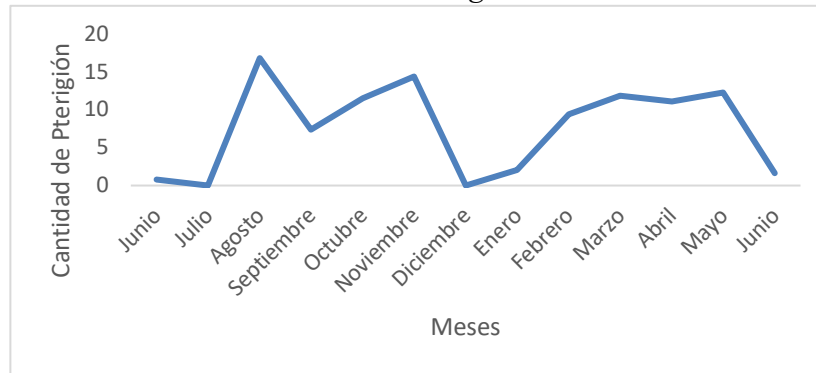
Adaptado de Trabajo de Grado “Problemas del sistema visual” (57)

#### 4.2 Presentación de datos obtenidos de junio del 2018 a junio del 2019.

Para efectos de la presente propuesta y dando cumplimiento a los objetivos propuestos se reportan los siguientes resultados:

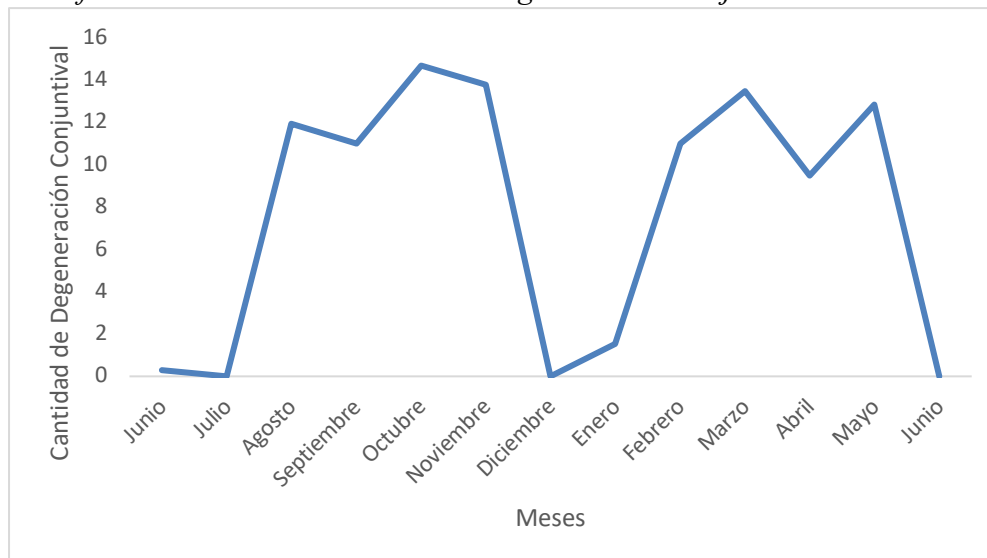
Se tuvo acceso a los 3153 registros clínicos disponibles en la base de datos, de los pacientes que asistieron a la clínica de optometría en el periodo comprendido entre junio de 2018 a junio de 2019. De la población general solo se seleccionaron aquellos registros que contaron con el diagnóstico de pterigión y degeneración conjuntival, es decir 569. De los seleccionados, 64 eran registros repetidos, es decir que el mismo número de identificación contaba con los dos diagnósticos. Se encontró una mediana de edad de 52 años con un rango mínimo de 15 años y máximo de 89 años (la variable edad presentó distribución no normal). Se encontró una prevalencia de pterigión de 7,67% (242) pacientes y una prevalencia de degeneración y depósitos conjuntivales de 10,37% (327) pacientes.

En la siguiente gráfica se evidencia la frecuencia de presentación de casos de pterigión reportados mensualmente entre junio de 2018 a junio de 2019. Donde es claro que las mayores frecuencias de presentación fueron dadas en los meses de agosto del 2018, 16,94% (41), noviembre del 2018, 14,46% (35) y mayo del 2019, 12,39% (30). Ver figura N° 23.

**Figura 23.** *Gráfico de Frecuencia Relativa del Pterigión*

Adaptado de análisis de las autoras

A continuación, se evidencia la frecuencia de presentación de casos de degeneraciones y depósitos conjuntivales presentada por cada mes durante todo el año de junio de 2018 a junio de 2019. Donde es claro que las mayores frecuencias de presentación fueron dadas en los meses de octubre del 2018, 14,67% (48), noviembre del 2018, 13,76% (45) y marzo del 2019, 13,45% (44). Ver figura N° 24.

**Figura 24.** *Gráfico de Frecuencia Relativa de Degeneración Conjuntival*

Adaptado de análisis de las autoras

En la siguiente tabla se evidencia que en las mujeres hubo mayor prevalencia en la presentación de los diagnósticos patológicos que en los hombres, en el caso de las degeneraciones y depósitos conjuntivales la frecuencia fue de 6,81% (215) y en el pterigión fue de 4,4% (139). Estos resultados son estadísticamente significativos, con un valor  $P = 0,04$ . Cabe resaltar que 5 de todos los participantes de la investigación no tenían el sexo definido (Ver tabla 5).

**Tabla 5.** *Distribución del Diagnóstico Según el Sexo*

Patología	Total	Sexo (%) (n)		
		Femenino	Masculino	Indefinido
<b>Degeneración y Depósitos Conjuntivales</b>	327	6,81 (215)	3,45 (109)	0,09 (3)
<b>Pterigión</b>	242	4,40 (139)	3,20 (101)	0,06 (2)
<b>Total</b>	3153	11,22 (354)	6,66 (210)	0,15 (5)

Nota: Exacta de Fisher = 0,04

Adaptado de análisis de las autoras.

A continuación, en la tabla 6 se muestra un valor  $P = 0.0000$ , lo que evidencia que, si hay diferencias, es decir que a mayor edad mayor frecuencia de presentación de las patologías y que hay una relación entre la edad y el momento en el que se da el diagnóstico y esta relación es estadísticamente significativa en los resultados (Ver tabla 6).

**Tabla 6.** *Distribución del Diagnóstico Según la Edad*

Diagnóstico	Promedio	Desviación Estándar	Intervalo de Confianza 95%	
<b>Degeneración y Depósitos Conjuntivales</b>	46.50	16.13	44.74	48.26
<b>Pterigión</b>	53.14	14.75	51.27	55.01

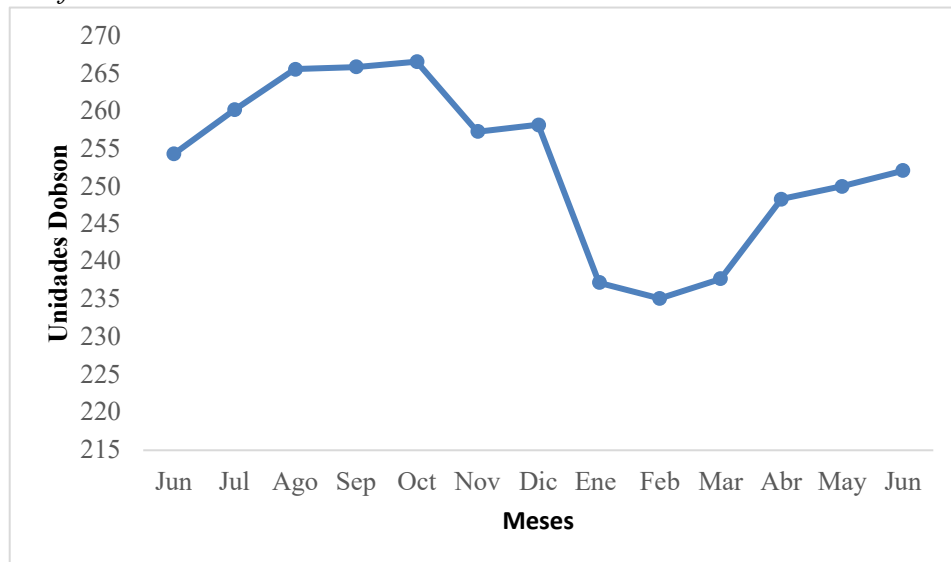
Nota: El valor P se obtuvo con la prueba T-student. Valor  $P = 0,0000$

Adaptado de análisis de las autoras

Teniendo en cuenta la influencia de factores ambientales como el índice de radiación ultravioleta y los niveles de ozono, en los diagnósticos mencionados anteriormente, se consideró pertinente recopilar información de esas variables ambientales provenientes del IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales) de Colombia.

Con base en los resultados del coeficiente de asimetría y curtosis, se concluye que la variable ozono tiene una distribución no normal con una mediana de 254,4 unidades Dobson, con un rango de mínimo 235.2 unidades Dobson y máximo de 266.7 unidades Dobson. Se observó una tendencia variable en los niveles de ozono con periodos de incremento entre junio 2018 y julio 2018, seguido de un decrecimiento entre octubre de 2018 y diciembre de 2018, para finalizar nuevamente con una tendencia creciente entre febrero 2019 y marzo 2019 (Ver figura N° 25).

**Figura 25.** *Gráfico de Tendencia Ozono*

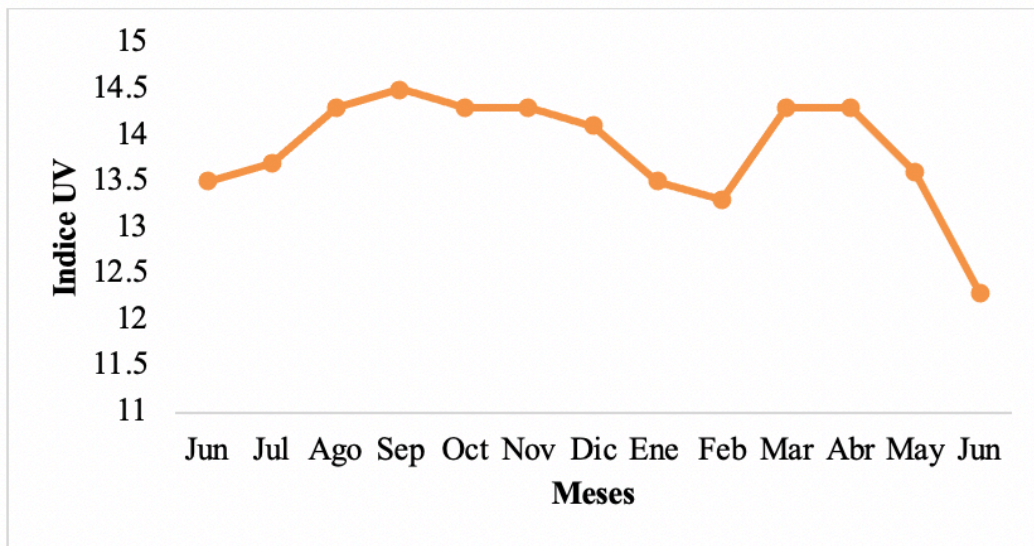


Adaptado de análisis de las autoras.

Teniendo en cuenta los resultados del coeficiente de asimetría y curtosis, se concluye que la variable radiación ultravioleta tiene una distribución no normal con una mediana de 14,1 nanómetros, con un rango de mínimo 12.3 nanómetros y máximo de 14.5 nanómetros. Se observó

una tendencia variable en los niveles de RUV con periodos de incremento entre junio 2018 al mes de septiembre 2018; Seguido de un decrecimiento entre septiembre 2018 y febrero 2019; y nuevamente un incremento entre el mes de febrero 2019 hasta el mes de marzo 2019, para finalizar con un decrecimiento desde el mes de abril 2019 hasta el mes de junio 2019 (Ver Figura N° 26).

**Figura 26.** *Gráfico de Tendencia de Radiación Ultravioleta*



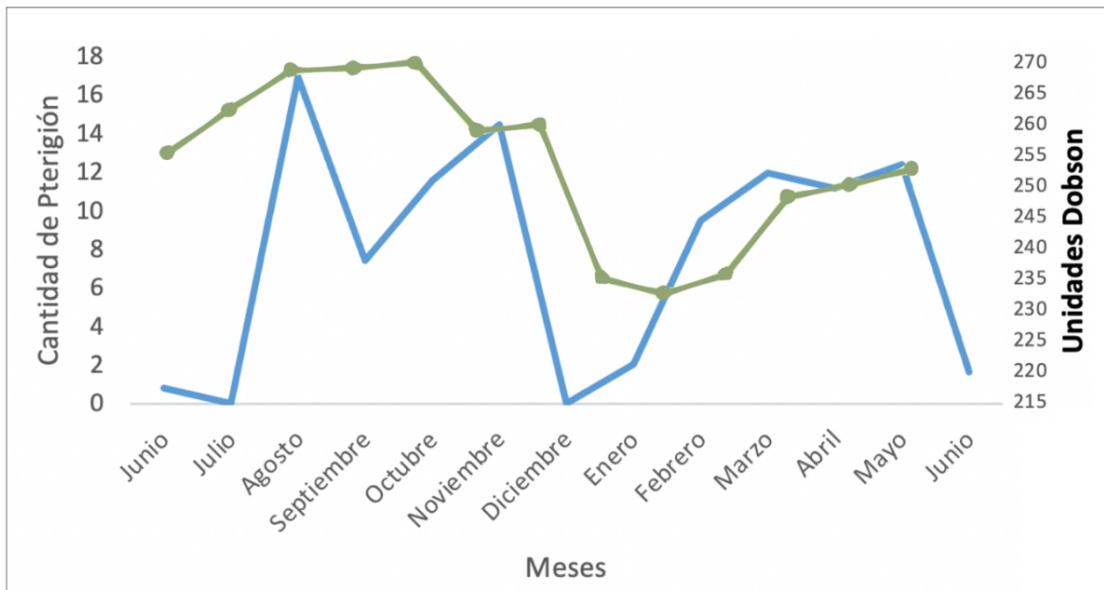
Adaptado de análisis de las autoras.

Dentro del trabajo según el Coeficiente de correlación de Pearson, se encontró que existe una relación de 0.55 entre las variables ozono y radiación UV, lo que significa que a medida que incrementan los niveles de ozono, también incrementan los niveles del índice de radiación ultravioleta, siendo así un resultado estadísticamente significativo con una relación positiva moderada.

Teniendo en cuenta los niveles de ozono y la prevalencia de pterigión de junio de 2018 a junio de 2019 se evidencia una tendencia variable. En algunos meses los puntos de niveles de ozono coinciden con los puntos de incremento de la frecuencia, pero no se puede indicar que sea

un comportamiento constante para el periodo de comparación. La comparación se hace con fines exploratorios pues se tiene en cuenta lo anteriormente mencionado en el trabajo, en donde la disminución de la capa de ozono es uno de los factores que influyen en la exposición a la RUV, ya que el ozono absorbe parte de la radiación UV, especialmente la UVC que podría alcanzar la superficie terrestre. Si la capa de ozono se encuentra disminuida o afectada no puede realizar su función correctamente por lo tanto entrarían más rayos de radiación UVB y de esta manera puede aumentar el riesgo en la presentación del pterigión. (Ver Figura N° 27).

**Figura 27.** Gráfico de Frecuencia Relativa de Pterigión vs Ozono



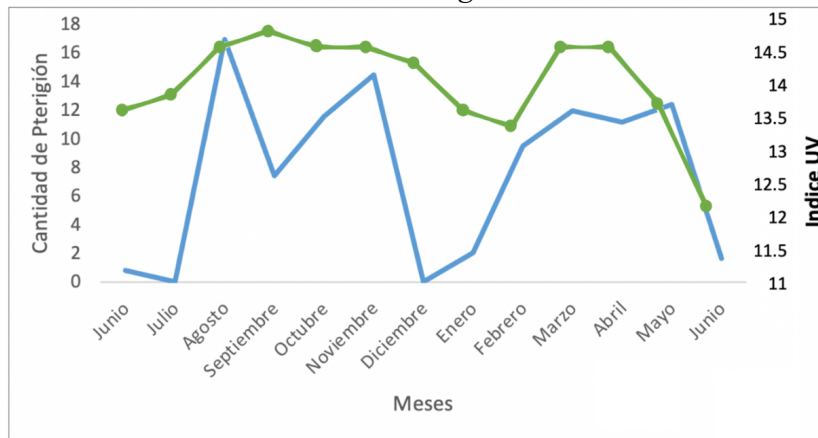
Adaptado de análisis de las autoras

Al evaluar de manera exploratoria mediante un gráfico la relación entre el índice de radiación UV y la prevalencia de pterigión de junio de 2018 a junio de 2019, se evidencia una tendencia variable. En algunos puntos los niveles UV coinciden con puntos de incremento de la frecuencia, pero no se puede indicar que sea un comportamiento constante para el periodo de comparación. Cabe añadir que la comparación se hace con fines exploratorios, pues se reconoce

que el pterigión es una patología producida por una exposición acumulada, pero se considera también que la exposición a niveles altos de radiación en un momento específico del tiempo puede generar mayor sintomatología del pterigión. Con fines de soportar este argumento con base a una investigación anteriormente realizada por unas compañeras de optometría titulada: “Reproducibilidad de la Técnica de Digitalización Tridimensional del Pterigión Utilizando el Método de Proyección de Franjas en Personas Vinculadas con la Universidad Santo Tomás”, reportaban que el pterigión se puede clasificar de dos maneras según su sintomatología y signos clínicos. Se describe como activo si el paciente manifiesta ardor, dolor, prurito, sensación de cuerpo extraño, lagrimeo, historia de crecimiento y alteraciones visuales. Con signos como lesión engrosada, congestiva, inflamada, hiperemia y la presencia de una zona blanco-grisácea irregular en el ápex [Islotes de Fuch] que precede al resto del tejido: este hallazgo indica crecimiento. Y se describe como inactivo si el paciente no manifiesta síntomas y no hay una historia de crecimiento y sus signos son una lesión plana, sin cambios inflamatorios, blanca, sin vascularización ni crecimiento (58).

Con base a los resultados, se evidencia que existe una similitud de presentación entre las variables de pterigión e índice UV. (Ver Figura N° 28).

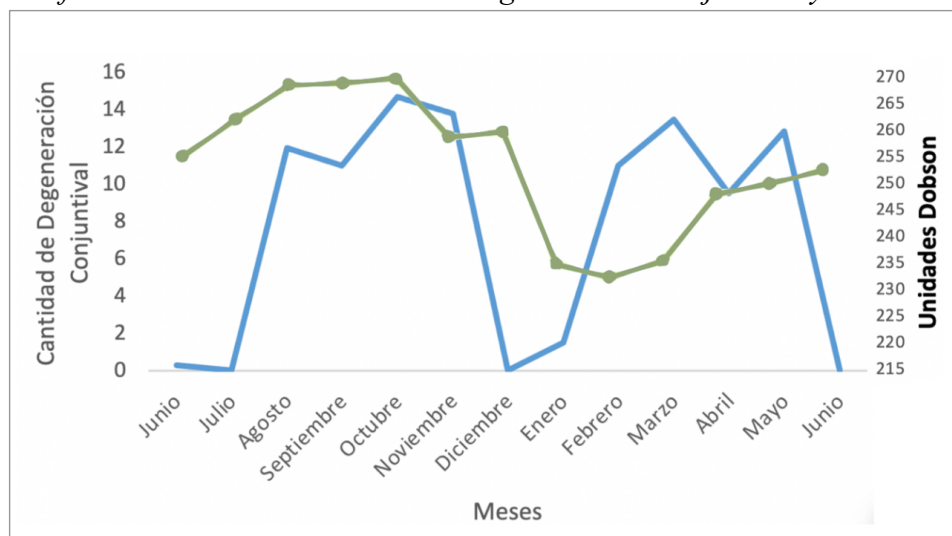
**Figura 28.** *Gráfico de Frecuencia Relativa de Pterigiión vs Índice UV*



Adaptado de análisis de las autoras

De la misma forma en cómo se argumenta lo anteriormente descrito con base a la relación entre los niveles de ozono y el pterigiión, en el caso de las degeneraciones y los depósitos conjuntivales también se evidencia que en algunos puntos los niveles de ozono coinciden con el incremento de la frecuencia de presentación de las degeneraciones y depósitos conjuntivales, pero así mismo no se puede indicar que sea un comportamiento constante para el periodo de comparación. (Ver Figura N° 29).

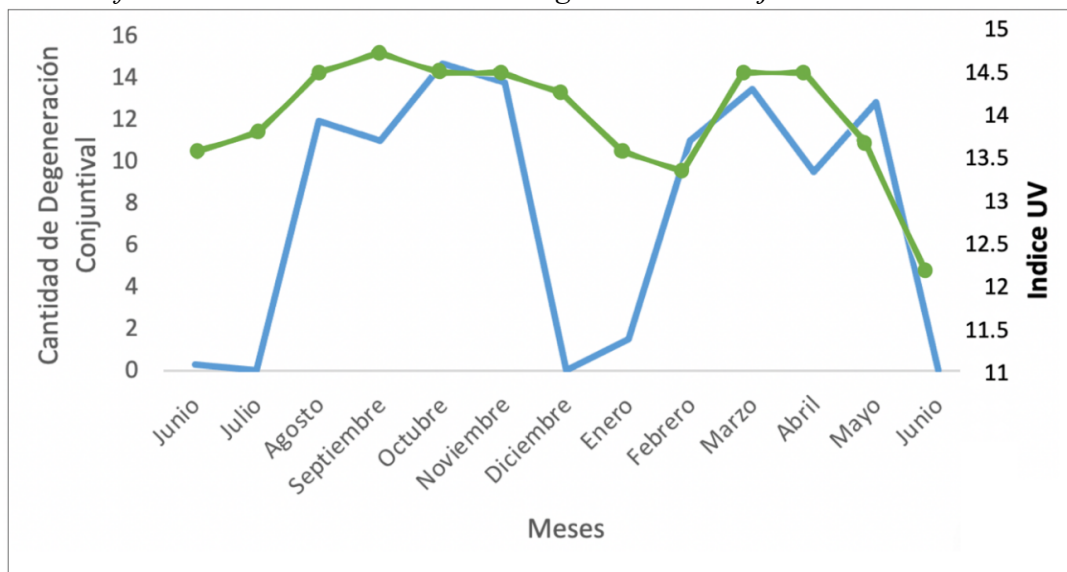
**Figura 29.** *Gráfico de Frecuencia Relativa de Degeneración Conjuntival y Ozono*



Adaptado de análisis de las autoras

Así mismo, se evidencia que existen unos puntos que coinciden entre los niveles de índice UV y la frecuencia de presentación de las degeneraciones y depósitos conjuntivales como se evidencia a continuación, no encontrando esta similitud en todo el período evaluado. (Ver Figura N° 30).

**Figura 30.** *Gráfico de Frecuencia Relativa de Degeneración Conjuntival e Índice UV*



Adaptado de análisis de las autoras

Se encontró en el estudio que la prevalencia de degeneración y depósitos conjuntivales fue mayor en las mujeres con una frecuencia relativa de 6,81%, seguida por los hombres con una frecuencia relativa de 3,45%. Ver Tabla N° 7. Se halló que la prevalencia de pterigión fue mayor en las mujeres con una frecuencia relativa de 4,40%, seguida por los hombres con una frecuencia relativa de 3,20%. Ver Tabla N° 7.

**Tabla 7.** *Prevalencia de Degeneración y Depósitos Conjuntivales Según el Sexo*

Sexo	Frecuencia	Pacientes con Degeneración y Depósitos Conjuntivales % (n)	Pacientes con Pterigión % (n)
<b>Hombres</b>	5,89 (186)	3,45 (109)	3,20 (101)
<b>Mujeres</b>	9,95 (314)	6,81 (215)	4,40 (139)
<b>No disponible</b>	0,15 (5)	0,09 (3)	0,06 (2)
<b>Total</b>	3153	327	242

Adaptado de análisis de las autoras

La mayor prevalencia de degeneración y depósitos conjuntivales se encontró en el grupo etario de adultos menores de 46 - 60 años con una frecuencia de 3,71% (117) seguido del grupo etario de 31 - 45 años con una frecuencia de 2,37% (75). Ver Tabla N° 8.

La mayor prevalencia de pterigión se encontró en el grupo etario de adultos menores de 46 - 60 años con una frecuencia de 3,33% (105), seguido del grupo etario de 61 - 75 años con una frecuencia de 1,90% (60). Ver Tabla N° 8.

**Tabla 8.** *Prevalencia de Degeneración y Depósitos Conjuntivales y Pterigión Según la Edad*

Grupo Etario (años)	Pacientes con diagnósticos de alteraciones conjuntivales	Pacientes con Degeneración y Depósitos Conjuntivales % (n)	Pacientes con Pterigión % (n)
<b>0 - 15 años</b>	12	0,28 (9)	0,19 (6)
<b>16 - 30 años</b>	72	1,99 (63)	0,53 (17)
<b>31 - 45 años</b>	108	2,37 (75)	1,33 (42)
<b>46 - 60 años</b>	195	3,71 (117)	3,33 (105)
<b>61 - 75 años</b>	97	1,61 (51)	1,90 (60)
<b>76 - 90 años</b>	21	0,38 (12)	0,38 (12)

Adaptado de análisis de las autoras

## 5. Discusión

En el trabajo de grado de los pacientes atendidos en la clínica de optometría de la Universidad Santo Tomás entre octubre de 1997 y diciembre de 1998, se observó que la mayor frecuencia de alteraciones conjuntivales se presentó en el grupo etario de los adultos menores de 60 años, seguida por el grupo de los adultos mayores de 60 años. De igual forma, en otro estudio de Perú del 2018 se encontró una relación directa entre la edad y el desarrollo de esta patología, al evaluar los grupos etarios, se evidenció un aumento paulatino de la prevalencia, con un pico entre los 70-79 años con una frecuencia de 45.70%, seguido de 60-69 años con una prevalencia de 40.50% (59). Cabe resaltar que Perú cuenta con un índice de radiación ultravioleta entre 13 y 17, catalogándose como el país con mayor índice UV (60). Su actividad económica principal se basa en la agricultura, piscicultura y minería, lo que significa que una gran parte de la población está expuesta a altos índices de radiación (61). Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, se esperaría que la frecuencia de alteraciones conjuntivales fuese mayor por la exposición a los niveles de radiación UV extremadamente altos encontradas en Perú. Mientras, para la investigación actual, el dato de mayor prevalencia de pterigión se encontró en el grupo de 46 - 60 años con una frecuencia de 3,33%, seguido del grupo de 61 - 75 años con una frecuencia de 1,90% obteniendo una similitud en los datos obtenidos.

Por otro lado, se encontró en un estudio realizado en Tehran, Iran que hubo una correlación significativa entre la prevalencia de pingüecula y el aumento de la edad ( $P < 0.001$ ) (62). Según los hallazgos de este estudio, la prevalencia de pingüecula fue del 0,7% en el grupo de edad de menos de 20 años, que aumentó al 73% en el grupo de edad de más de Estudio Epidemiológico de los Problemas del Sistema Visual en la IPS Clínica de Optometría de la Universidad Santo Tomás 1997 - 1998, Bucaramanga años. En comparación con otros estudios, se encontró que la

prevalencia de desarrollo de pingüecula aumenta significativamente con la edad (62). Lo que permite analizar que sí hay una relación entre la edad y el momento en que se presenta el diagnóstico, justificándose lo anterior por ser estas patologías, alteraciones que se presentan por la exposición prolongada a la radiación ultravioleta.

Con base en el trabajo de grado “Problemas del Sistema Visual”, teniendo en cuenta toda el área metropolitana de Bucaramanga, la zona de la ciudad de Bucaramanga fue la que presentó mayor prevalencia de presentación de las dos patologías de estudio. En relación con el actual trabajo de grado, por el hecho de que los datos fueron recolectados por personas ajenas a las integrantes del presente estudio, no se tomó en cuenta la geo-referenciación de los casos, lo que no permite ubicar los diagnósticos por zona de residencia de los pacientes y se opta por concluir que la población proviene del área metropolitana de Bucaramanga. Se tiene en cuenta esta situación como una limitación en el trabajo y se sugiere incluir el reporte de esa información en los sistemas de registro de las historias clínicas para que, en futuras investigaciones relacionadas al tema, se tenga en cuenta lo anteriormente mencionado para el análisis de datos.

Se concluyó en una investigación de Guayaquil-Ecuador que la prevalencia de pterigión del 73,1% perteneció al sexo femenino, en comparación de los hombres que fue de 26.9%. Para esta investigación el dato de prevalencia en las mujeres fue de 4,40%, comparándolo con el de los hombres que fue de 3,20% siendo predominante el género femenino en ambos estudios y generando una similitud en los valores hallados (63). Adicionalmente, en otra investigación de Perú se encontró una mayor prevalencia de presentación de pterigión en los hombres con una frecuencia relativa de 18.26% en comparación a las mujeres con una frecuencia relativa de 16.67% (59).

Según un estudio de revisión temática en la Habana, Cuba se encontró que, en Ecuador, prevaleció la presencia de pterigión en la población femenina, con cifras de 61,2 %. Se halló asociación entre la exposición de rayos ultravioletas y la presencia de pterigión, lo que se relaciona con el presente estudio (64).

Por otro lado, según el estudio realizado en Tehran, Iran la prevalencia de pingüecula fue del 22,5%. Se observó pingüecula en al menos un ojo del 27,1% de los hombres y del 17,7% de las mujeres. La prevalencia de pingüecula fue significativamente mayor en los hombres ( $P < 0.001$ ) (62). Cabe resaltar que Irán cuenta con una población estimada de 84,923,314, en la cual hay mas hombres que mujeres. Se estima que 43,050,667 son hombres y 41,872,647 son mujeres (65). Por el contrario, en la ciudad de Bucaramanga, la población femenina es mayor que la población masculina, por ende, en la actual investigación, se observa mayor prevalencia de presentación de depósitos y degeneraciones conjuntivales en el sexo femenino, con una frecuencia de 6,81% (215) (66).

Adicional a la anterior información, en Bucaramanga y su área metropolitana, existe una relación directa entre las variables ozono e índice UV, lo que significa que a medida que incrementan los niveles de ozono, también incrementan los de índice UV. Así mismo, la exposición prolongada a los altos niveles de radiación ultravioleta y el deterioro de la capa de ozono, pueden causar afectaciones a nivel ocular y cutáneo alterando el ADN de las células causando lesiones permanentes (67). Al realizar la comparación de los resultados con el periodo de tiempo entre 1997 a 1998, no se pudo obtener datos específicos de dichos años de la variable ozono y radiación ultravioleta, si no por el contrario, se hallaron datos generalizados dentro de un periodo de tiempo de 10 años, siendo una limitación presentada, por lo cual no fue posible explorar la relación de las variables ambientales y el diagnóstico.

Así mismo, en la investigación peruana se encontró que la prevalencia de pterigión en las personas que trabajaban en el área rural al aire libre, como los agricultores, los ganaderos y los que trabajan a la intemperie, que se exponen de una manera prolongada a la radiación UV, fue de 37.88% versus las personas que trabajan en el área urbana de 9.33%, secundando la teoría de que la causa de esta patología es la exposición a la radiación ultravioleta (59).

Por otro lado, se encontró en un artículo realizado en Toronto, que la prevalencia de la pingüécula es extremadamente común, sin embargo, los estudios al respecto son reducidos (68). La radiación UV se acepta como la principal causa de formación de la pingüécula, pero esta relación se basa en un número de estudios epidemiológicos limitados (68).

Con base al tipo de estudio, ecológico de tendencia temporal analítico, comparando la medida agregada de pterigión, se observa que la prevalencia de pterigión en el estudio de 1997 - 1998, fue de 11,77% en la población de estudio que corresponde a 2,742 registros clínicos en total vs la actual investigación donde la prevalecía de pterigión es de 4,40% (139) frente a un total de 3153 registro clínicos. Con respecto a la medida agregada de degeneración conjuntival en el estudio de 1997-1998, la prevalencia de presentación fue de 8.1%, y en comparación con el estudio actual fue de 7,67% (242). Por otro lado, para las variables ecológicas no se puede realizar el análisis comparativo, ya que los datos de los años 1997 y 1998 no son exactos como en los años actuales.

En cuanto a las limitaciones de la investigación, al haber elegido patologías de estudio como el pterigión y a las degeneraciones y depósitos conjuntivales, clasificándose dentro de las enfermedades de tipo crónicas y no agudas, no se puede afirmar que estas se hayan presentado en el periodo de tiempo planteado en el estudio, pues son enfermedades acumulativas. Otra limitación a tener muy en cuenta, es que dadas las circunstancias a nivel global, como lo fue la pandemia

generada por el COVID-19, fue imposible haber tenido acceso a la información de la población de estudio de manera directa por las autoras de la investigación, por lo que se recurrió a pedir acceso a la base de datos de la clínica de optometría de la Universidad Santo Tomás, para los periodos de tiempo de interés en la investigación, donde los datos ya habían sido tomados por personas ajenas a esta, lo que genera una mayor probabilidad de sesgo de información, dado que la calidad de los datos no se puede garantizar. Los datos sociodemográficos quedaron limitados a dos: sexo y edad por lo tanto no se pudo obtener otros datos como lo fueron la ocupación, es decir si el trabajo era al aire libre y lugar de residencia. Como consecuencia de una base de datos incompleta, no se tuvo acceso a información sobre el municipio de residencia de cada paciente; En la sección de patologías no se especificó qué tipo de degeneración conjuntival se había tomado como diagnóstico, debido a esto se toma como sinónimo el termino pingüécula, así mismo, no se tuvo en cuenta el grado de pterigión que presentó cada paciente, pues en ningún registro clínico se especificó. Por último, no es posible garantizar la confiabilidad de los datos, ya que la información reportada de las historias clínicas es registrada por el personal administrativo.

No obstante, una fortaleza de esta investigación es que, al ser el primer estudio ecológico dentro de la facultad de Optometría de la Universidad Santo Tomás, establece un referente para la comunidad estudiantil y de docentes, generando interés para continuar realizando estudios de este tipo, tomando en cuenta las limitaciones del presente trabajo para garantizar resultados de mayor calidad y confianza en futuras investigaciones.

## 6. Conclusiones

En este estudio no se puede evidenciar la relación de causalidad para las patologías objeto de estudio en el tiempo establecido, porque las seleccionadas son de tipo crónicas y el tiempo de estudio fue muy corto.

Para la variable ecológica ozono, se presentó una fluctuación en los datos, los meses con mayor reporte fueron octubre, agosto y septiembre del año 2018, respectivamente. Por otro lado, para la variable radiación ultravioleta, el mayor pico se presentó en los meses de septiembre, agosto, octubre y noviembre del año 2018. Tomando en cuenta los altos niveles de radiación ultravioleta y ozono de los años estudiados, se evidencia que existe una relación directamente proporcional entre las dos variables.

Se determinó que la mayor prevalencia de patologías de la conjuntiva se encontró en el grupo etario de 46-60 años, en el caso de la degeneración conjuntival con una frecuencia relativa de 3,71% y del pterigión con una frecuencia relativa de 3,33%, lo que nos permite concluir que, a mayor edad, mayor prevalencia de presentación de patologías conjuntivales, debido a que son alteraciones que se dan como respuesta a una exposición prolongada a los factores ambientales.

Por otro lado, se evidenció que la mayor prevalencia de presentación de patologías de la conjuntiva se da en el sexo femenino. Para el pterigión la frecuencia relativa fue de 4,40% y para la degeneración conjuntival una frecuencia relativa de 6,81%. Estos datos se pueden relacionar al reporte del DANE del 2019, en el cual informa que existe una mayor población femenina vs población masculina (66).

## 7. Recomendaciones

Se plantea la necesidad de realizar nuevos estudios ecológicos donde el tiempo de recolección de datos sea más amplio para garantizar una mayor recolección de información y dar con el cumplimiento de los objetivos planteados.

Disponer de una base de datos más completa que incluya diagnósticos más específicos, datos sociodemográficos y geográficos para un mejor análisis de los datos.

Con base en los datos de índice UV y niveles de ozono de la región, para evitar el aumento de presentación de las patologías en estudio por la exposición prolongada, se recomienda promocionar políticas de protección ocular por parte de los profesionales de la salud visual donde enfatizen en sus pacientes la importancia de conocer los daños y el alcance de la radiación ultravioleta a nivel ocular y como se pueden proteger a través de los siguientes elementos:

1. Gafas de sol: Las gafas de sol son la principal protección frente a la radiación ultravioleta en los ojos. Se recomienda el uso de gafas certificadas o formuladas por un especialista en salud ocular y que estas cumplan con los siguientes requisitos:

- Llevar especificado la cantidad de radiación UV que bloquea, siendo 400 nm la más óptima. (69).
- Deben aparecer indicadas las características, advertencias, riesgos, restricciones de uso, las normas de limpieza y mantenimiento. (69).
- Se debe recordar que los lentes polarizados no ofrecen protección contra la radiación UV, se recomienda adicionar el filtro UV a este tipo de lentes o asegurarse de que ya este incluido (70).

2. Lentes fotosensibles: Cuando el lente fotosensible se expone a la radiación UV solar, se produce una reacción fotoquímica que permite que sus moléculas fotocromáticas absorban la luz visible y el lente se oscurece rápidamente. Sin radiación UV, las moléculas fotocromáticas vuelven a su forma original y el lente se aclara nuevamente. (71).

3. Lentes de contacto con filtro UV: Los lentes de contacto, cubren toda la córnea y el limbo protegiendo a la conjuntiva de la radiación dispersa. Es importante indicar a los pacientes que el uso de lentes de contacto con filtro UV no sustituye el uso de gafas de sol, ya que éstas últimas cubren completamente el ojo y sus alrededores. Por lo tanto, se recomienda el uso de ambos para una mayor protección contra los rayos ultravioleta. (71).

### Referencias

- (1) Walsh K. UV Radiation and the Eye. *Optician*. 2009; 237 (6204): 26-33.
- (2) Aragonés B, Alemañy J. Relación de la radiación ultravioleta y el pterigión primario. *Revista Cubana de Oftalmología*. 2009; 22 (1): 1-9.
- (3) Rey D. Aspectos fisiopatológicos y diagnóstico diferencial del pterigio. *Cienc Tecnol Salud Vis Ocul*. 2015; 13(2): 65-72.
- (4) Berthemey S, Rodríguez A. Luz y Patologías Oculares: La Prevención de Riesgos en Oftalmología. *Points de Vue*. 2014; (71):30-32.
- (5) Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [Internet]. Bogotá: IDEAM; c2014 [citado 14 de noviembre 2018]. Disponible de: <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/005192/ozono/OzonoInternet.doc>
- (6) Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [Internet]. Bogotá: IDEAM; c2014 [citado 16 de noviembre 2018]. Disponible de: <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/022454/NotatecnicaIUVPaginaWEBfinal.pdf>
- (7) Ortega Marín D. Efectos en córnea causados por radiación ultravioleta y polución del aire. [trabajo de grado]. Bogotá. Universidad de La Salle; 2008.
- (8) Ivanov I, Mappes T, Schaupp P, Lappe C, Wahl S. UV-radiation oxidative stress affects eye health. *Journal of Biophotonics*. 2018; (11).
- (9) Duque Gozalo P. Revisión de los cuidados del ojo para la protección frente a las radiaciones ultravioleta. [trabajo de grado]. Valladolid. Universidad de Valladolid; 2015.

- (10) Johnson & Johnson Visión [internet]. Madrid; Johnson & Johnson; 2018 [Citado 14 de noviembre 2018] Disponible en: <https://www.jnjvisioncare.es/education/uv-and-contact-lenses/uv-damange>
- (11) Devia G, López I. Determinación retrospectiva de la prevalencia de pterigio en la población que consultó en el servicio de optometría y oftalmología de el hospital El Salvador Ubaté, durante el 23 de julio 2005 y el 25 de enero de 2006. [trabajo de grado]. Bogotá. Universidad de la Salle; 2006.
- (12) Bowling B. Kanski, oftalmología clínica. 8ª ed. Barcelona. Elsevier; 2016.
- (13) Remington L, Goodwin D. Clinical Anatomy and Physiology of the Visual System. 3ª Ed. St. Louis. Elsevier Butterworth-Heinemann; 2012.
- (14) Brill Pharma [Internet]. Barcelona: Brill Pharma, S.L; [citado 15 de octubre 2020] Disponible en: <https://www.brillpharma.com/anatomia/partes-del-ojo/>
- (15) Rapuano C, Luchs J, Kim T. Anterior Segment: The requisites in ophthalmology. anterior. 1ª Ed. St Louis. Mosby; 1999.
- (16) Forrester J, Dick A, McMenemy P, Roberts F, Pearlman E. The Eye. 3ª Ed. Elsevier; 2008.
- (17) Jogi R. Basic ophthalmology. 4th ed. New Delhi. Jaypee Brothers Medical Publishers; 2009.
- (18) Science Photo Library [Internet]. Inglaterra: Science Photo Library Limited; c2021 [citado 15 de octubre 2020] Disponible en: <https://www.sciencephoto.com/media/703697/view/conjunctiva-illustration-illustration>
- (19) Bohórquez J, Pérez Mogollón J. Radiación ultravioleta: Ciencia y Tecnología para la Salud Visual y Ocular. Cienc Tecnol Salud Vis Ocul. 2007; (9): 97-104.

- (20) González Sánchez LR. Conocimiento sobre el daño ocular causado por radiaciones ultravioleta en la población estudiantil del colegio departamental de Cucaita, Boyacá Un modelo de educación para la prevención. [trabajo de grado]. Bogotá. Universidad de la Salle; 2007.
- (21) IDEAM-UPME, «Atlas de radiación solar ultravioleta y ozono de Colombia,» Imprenta Nacional de Colombia, Bogotá, 2017. ISSN: 978 958 8067 94 0.
- (22) González Púmariega M, Vernhes Tamayo M, Sánchez Lamar A. La radiación ultravioleta su efecto dañino y consecuencias para la salud humana. *Theoria*. 2009; 18(2): 69-80.
- (23) Radiación Ultravioleta [Internet] Bogotá; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; c2014 [Citado 14 de agosto 2019] Disponible en: <https://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article?id=687:plfile:///C:/Users/INTEL/Downloads/Dialnet-RadiacionUltravioletaYSuEfectoEnLaSalud-5210278.pdf>
- (24) Protectone [Internet]. México: Productos Protectone; c2018 [citado 15 de octubre 2020] Disponible en: <https://protectone.com.mx/rayos-uv/los-rayos-uva-y-uvb/>
- (25) UVC Zone [Internet]. Madrid: Avant Link S.L; c2020 [citado 15 de octubre 2020] Disponible en: [https://uvc.zone/que\\_es\\_la\\_luz\\_uv.html](https://uvc.zone/que_es_la_luz_uv.html).
- (26) Zeiss [Internet]. Madrid: Carl Zeiss AG; c2016 [citado 15 de octubre 2020] Disponible en: <https://www.zeiss.es/vision-care/sobre-nosotros/newsroom/noticias/2018/zeiss-eyeglass-lenses-available-with-full-uv-protection-beginning-in-2018.html>
- (27) Ideam [Internet] Bogotá; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; c2014 [Citado 18 de octubre 2019] Disponible en: (<http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/indice-ultravioleta-iuv->

- (28) IDEAM [Internet]. Ciudad: Ministerio de Ambiente y Desarrollo; c2014 [citado 15 de octubre 2020] Disponible en: <http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/indice-ultravioleta-iuv->
- (29) Soledispa Cañarte K. Radiación Ultravioleta y su efecto en la salud. Ciencia Unemi. 2010; 3(4): 26-33.
- (30) IDEAM [Internet]. Bogotá: Ministerio de Ambiente y Desarrollo; c2014 [citado 18 de enero 2021] Disponible en: <http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/generalidades-de-la-radiacion-ultravioleta>
- (31) Aristasur [Internet]. Colombia; [Citado 11 de agosto 2019]. Disponible en: <https://www.aristasur.com/contenido/sistema-de-coordenadas-geograficas-longitud-y-latitud>
- (32) El sol, la radiación ultravioleta y usted [Internet] Estados Unidos; Agencia de protección ambiental de los Estados Unidos; c2021 [Citado 11 de agosto 2019] Disponible en: [https://www.epa.gov/sites/production/files/documents/sunuvu\\_spanish.pdf](https://www.epa.gov/sites/production/files/documents/sunuvu_spanish.pdf).
- (33) DB-City [Internet] Bucaramanga; c2021 [Citado 11 de agosto 2019] Disponible en: <https://es.db-city.com/Colombia--Santander--Bucaramanga>
- (34) IDEAM [Internet]. Bogotá: Ministerio de Ambiente y Desarrollo; c2014 [citado 18 de enero 2021] Disponible en: <http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/variacion-espacio-temporal-de-la-radiacion-ultravioleta>
- (35) Aula Fácil [internet]. Sevilla: Aula Fácil SL; c2021 [citado 18 de enero 2021] Disponible en: <https://www.aulafacil.com/cursos/medio-ambiente/el-tiempo-meteorologico/nubosidad-tipos-de-nubes-l36711>

- (36) Ideam [Internet] Bucaramanga; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; c2014 [Citado 11 de agosto 2019] Disponible en: <http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/generalidades-de-la-radiacion-ultravioleta> agosto 11 del 2019.
- (37) Quora [internet]. Indonesia: Quora Inc. c2020 [citado 18 de enero 2021] Disponible en: <https://id.quora.com/Apakah-tinggal-di-tempat-yang-dingin-seperti-Bandung-dalam-waktu-lama-dapat-membuat-kulit-menjadi-putih>
- (38) Nature Journals [internet]. Reino Unido: Lesley Blair; c2019 [citado 18 de enero 2021] Disponible en: <http://naturejournals.org/index.php/environments/resources/atmosphere/#connect>
- (39) Zeiss [internet]. Francia: Zeiss Francia; c2016 [citado 18 de enero 2021] Disponible en: <https://www.zeiss.fr/vision-care/a-propos-de-nous/espace-presse/actualites/2018/the-underestimated-risk-of-uv-scattered-radiation.html>
- (40) Ministerio de ambiente [Internet] Bogotá; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; c2021 [Citado 14 de noviembre 2019] Disponible en: [https://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/Boletines\\_de\\_Ozono/boletin\\_ozono\\_03.pdf](https://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/Boletines_de_Ozono/boletin_ozono_03.pdf)
- (41) Gobierno de la Rioja [internet]. España: [citado el 14 de noviembre del 2018] Disponible en: <https://www.larioja.org/medio-ambiente/fr/calidad-aire-cambio-climatico/calidad-aire/ozono-troposferico/ozono-salud>
- (42) Preparaniños [internet]. Preparaniños; c2021 [citado 18 de enero 2021] Disponible en: <https://preparaninos.com/las-capas-de-la-atmosfera-para-ninos/>

- (43) Dreamstime [internet]. Dreamstime; c2000-2021 [citado 22 de enero 2021] Disponible en: <https://es.dreamstime.com/esquema-de-la-proteccion-ultravioleta-capa-ozono-image133679511>
- (44) Business Insider [internet]. Madrid: Axel Springer España, S. A; c2018 [citado 22 de enero 2021] Disponible en: <https://www.businessinsider.es/agujero-capa-ozono-antartida-alcanza-menor-tamano-516595>
- (45) IDEAM [internet]. Bogotá: Ministerio de Ambiente y Desarrollo; c2014 [citado 24 de enero 2021] Disponible en: <https://docplayer.es/76416947-Atlas-de-radiacion-solar-ultravioleta-y-ozono-de-colombia-apoyo-tecnico.html>
- (46) Yanoff M, Duker J. Oftalmología. 5ta Edición. Barcelona: Elsevier; 2019.
- (47) American Academy of Ophthalmology. Enfermedades de superficie ocular y cornea. Barcelona: Elsevier; 2012.
- (48) Vaughan R, Asbury T. Oftalmología General. 13º Edición. México: Manual moderno; 2004.
- (49) American Academy of Ophthalmology [internet]. San Francisco; American Academy of Ophthalmology; c2021 [citado 24 de enero 2021] Disponible en: <https://www.aao.org/eye-health/diseases/pinguecula-terygium>.
- (50) The Vision Care Institute [Sede Web]. New Brunswick: Johnson & Johnson Medical Ltd; 2014 [Consultado: 15 de febrero de 2021]. Desafíos del UV. Disponible en: <https://www.jnjvisioncare.es/education/uv-and-contact-lenses/uv-challenges>
- (51) Vision Care Institute [internet]. New Brunswick: Johnson & Johnson Medical Ltd; c2014 [citado 15 de febrero 2021] Disponible en: <https://www.jnjvisioncare.es/education/uv-and-contact-lenses/uv-challenges>

- (52) Ministerio de Educación Nacional de Colombia [internet]. Ley 0372 de mayo 28 de 1997. Bogotá; 2018. [Citado el: 14 de noviembre de 2018.] Disponible en: <http://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Leyes/1659004>
- (53) Ministerio de Educación Nacional de Colombia [internet]. Ley 0650 de abril 17 de 2001. Bogotá; 2018. [Citado el: 14 de noviembre de 2018.] Disponible en: [https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-105024\\_archivo\\_pdf.pdf](https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-105024_archivo_pdf.pdf)
- (54) Congreso de la República de Colombia [internet]. Secretaría General Del Senado; ARTÍCULO 15. Bogotá; 2018. [Citado el: 14 de noviembre de 2018.] Disponible en: <http://www.secretariassenado.gov.co/index.php/constitucion-politica>
- (55) Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia [internet]. Ley 0650 de abril 17 de 2001. Bogotá; 2018. [Citado el: 14 de noviembre de 2018.] Disponible en: [https://www.minsalud.gov.co/Normatividad\\_Nuevo/RESOLUCIÓN%201995%20DE%201999.pdf](https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/RESOLUCIÓN%201995%20DE%201999.pdf)
- (56) Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia [internet]. Resolución 1995 de 1999. Bogotá; 2018. [Citado el: 14 de noviembre de 2018.] Disponible en: [https://www.minsalud.gov.co/Normatividad\\_Nuevo/RESOLUCI%C3%93N%201995%20DE%201999.pdf](https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/RESOLUCI%C3%93N%201995%20DE%201999.pdf)
- (57) Estudio Epidemiológico de los Problemas del Sistema Visual en la IPS Clínica de Optometría de la Universidad Santo Tomas 1997 - 1998, Bucaramanga [Trabajo de grado no publicado, Optometría]. Universidad Santo Tomás.
- (58) Espinal Guillen, D. (1995). Pterigión. Una guía práctica de diagnóstico y tratamiento. *Revista Médica Hondureña*, 63(3), 101-104.

- (59) Flores AA, Cisneros CA. Altitud Geográfica como factor asociado al desarrollo de pterigión. Universidad Privada Antenor Orrego. [Internet]. 2018 [citado 28 de enero 2021]; Disponible en: [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UPAO\\_0c0930bdf4b2a52ac771991c2d83df23](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UPAO_0c0930bdf4b2a52ac771991c2d83df23)
- (60) SENAMHI [internet]. Lima; Ministerio de Ambiente; c2021 [citado 10 de enero 2021] Disponible en: <https://www.senamhi.gob.pe/?p=radiacion-uv>
- (61) Perú, Nota de Análisis Sectorial Agricultura y Desarrollo Rural [internet]. Perú; FAO y CAF; c2021 [citado 10 de enero 2021] Disponible en: <http://www.fao.org/3/ak169s/ak169s.pdf>
- (62) Fotouhi A, Hashemi H, Khabazkhoob M, & Mohammad K. Prevalence and risk factors of pterygium and pinguecula: the Tehran Eye Study. Research Gate. [Internet] 2008 Jul [Citado 28 de enero 2021] Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/5251566\\_Prevalence\\_and\\_risk\\_factors\\_of\\_ptyerigi\\_m\\_and\\_pinguecula\\_The\\_Tehran\\_Eye\\_Study](https://www.researchgate.net/publication/5251566_Prevalence_and_risk_factors_of_ptyerigi_m_and_pinguecula_The_Tehran_Eye_Study)
- (63) Rodríguez RR, Sarmiento KB, Apolo AM, Anzoátegui KG, Alvarado OL, Larrea IS. Prevalence of Pterygium in workers of a shrimp company from Guayaquil-Ecuador. Revista Latinoamericana de Hipertensión. [Internet]. 2018 Ene [citado 28 de enero 2021]; 13. 348-355. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/331297623\\_Prevalence\\_of\\_Pterygium\\_in\\_workers\\_of\\_a\\_shrimp\\_company\\_from\\_Guayaquil-Ecuador](https://www.researchgate.net/publication/331297623_Prevalence_of_Pterygium_in_workers_of_a_shrimp_company_from_Guayaquil-Ecuador)
- (64) Montero YY, Vizcaíno MC, Montero Y. Pterigión. Aspectos clínicos y factores asociados. Investigaciones Medicoquirúrgicas [Internet]. 2020 [citado 4 de febrero 2021]; Disponible en: <http://revcimeq.sld.cu/index.php/imq/article/view/635>

- (65) Iran Demographics Profile [internet]. Index Mundi; c2020 [citado 1 de febrero 2021]  
Disponible en: [https://www.indexmundi.com/iran/demographics\\_profile.html](https://www.indexmundi.com/iran/demographics_profile.html)
- (66) Vanguardia [Internet]. Bucaramanga: Galvis Ramirez & Cia S.A; 2021 [citado 1 de mayo 2021]. Disponible en: <https://www.vanguardia.com/area-metropolitana/bucaramanga/cuantos-somos-y-como-vivimos-en-bucaramanga-BX1462267>
- (67) Garnacho G, Salido R, Moreno J. Efectos de la radiación solar y actualización en fotoprotección. *Anales de Pediatría*. 2020; 92(6): 377.e1-337.e9
- (68) Eltis, M. Pingueculae and their clinical implications. Research Gate. [Internet] 2011 Ene [Citado 28 de enero 2021] Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/287883966\\_Pingueculae\\_and\\_their\\_clinical\\_implications](https://www.researchgate.net/publication/287883966_Pingueculae_and_their_clinical_implications)
- (69) Duque P. Revisión de los cuidados del ojo para la protección frente a las radiaciones ultravioleta. [trabajo de grado]. Valladolid. Universidad de Valladolid; 2014.
- (70) González Sánchez LR. Conocimiento sobre el daño ocular causado por radiaciones ultravioleta en la población estudiantil del colegio departamental de Cucaita, Boyacá Un modelo de educación para la prevención. [trabajo de grado] Bogotá. Universidad de la Salle; 2007.
- (71) Suárez H, Cadena C. Determinación de la fotoprotección de lentes de sol fotocromáticos, polarizados y de policarbonato. *Avances En Energías Renovables y Medio Ambiente*. 2011; (15): 147-155 Johnson & Johnson Vision [internet]. Madrid; Johnson & Johnson; c2018 [Citado 18 de febrero 2021] Disponible en: <https://www.jnjvisioncare.es/education/quick-learning-by-topic/uv-and-contact-lenses/uv-risks>

**Apéndices****Apéndice A.** *Formato de Base de datos*

Cédula de ciudadanía	Fecha de atención	Edad	Diagnóstico	Sexo