

# **UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LAS AMÉRICAS**

## **FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD ESCUELA DE FARMACIA**



### **TÍTULO**

Análisis del rol del farmacéutico en la prevención de los riesgos a la salud derivados de la radiación emitida por la luz visible y luz azul para el abordaje integral del paciente, mediante el consejo profesional en torno al uso apropiado de fotoprotección tópica, durante el III cuatrimestre, 2022

### **Nombre del sustentante**

Fabiola Zapata Ocón

### **Tutora**

Marcela Chaves Hernández

**Costa Rica, 2022**

Modalidad de tesis para optar por el grado de Licenciatura en Farmacia

**RESTRICTED**

## **I. Resumen**

Esta investigación se realiza debido a la falta de información que poseen las personas sobre las implicaciones en su salud que se pueden derivar de la exposición prolongada a la radiación emitida por los aparatos electrónicos que poseen luz azul; así como la falta de formación por parte del profesional en farmacia en temas como la fotoprotección.

El objetivo es analizar el rol del farmacéutico en la prevención de los riesgos a la salud derivados de la radiación emitida por la luz visible y luz azul, para el abordaje integral del paciente, mediante el consejo profesional en torno al uso apropiado de fotoprotección tópica.

Con el fin de darle respuesta a los objetivos del presente trabajo de investigación de tipo cualitativo, se realizó un estudio descriptivo de revisión bibliográfica y documental en artículos y fuentes de internet confiables, como Google Académico, Elsevier, Scielo, Redalyc y PubMed. También, se aplicaron encuestas a regentes farmacéuticos para evidenciar qué tanto conocimiento sobre fotoprotección tenían actualmente; además, se realizaron entrevistas a profesionales en el tema como lo fue una dermatóloga especialista en cáncer de piel y una farmacéutica especialista en dermocosmética, con el fin de obtener el contenido necesario para un mejor conocimiento sobre el tema y diseñar las respectivas tablas de evidencia.

Se evidenció la falta de conocimiento por parte de la mayoría de los regentes encuestados sobre el tema de fotoprotección, además de la importancia de la implementación de guías sobre el tema y la necesidad de una mayor capacitación para este personal de primera línea de atención a los pacientes; ya que es importante que estén actualizados sobre temas de consulta diaria que pueden realizar los pacientes que acuden a distintas farmacias de comunidad. Además, con la ayuda de revisión bibliográfica y las entrevistas realizadas a las doctoras especialistas tanto en piel como en dermocosmética, se diseñó una guía sobre fotoprotección para regentes de farmacias de comunidad que les permitiera brindar una mejor asesoría a sus pacientes.

Los principales riesgos a la salud que pueden derivarse de luz visible y luz azul son problemas de fotoenvejecimiento y de hiperpigmentación. Pacientes que deben tener principal cuidado y utilizar fotoprotección que les brinde la adecuada protección contra luz visible son aquellos que tienen melasma; los pacientes que presentan enfermedades fotosensibilizantes y quienes toman medicamentos fotosensibilizantes, ya que pueden ver empeorados los síntomas al exponerse a la radiación, por lo que deben tener cuidado incluso al estar dentro de sus casas, ya que se exponen a radiación al estar cerca de ventanas o al utilizar dispositivos electrónicos como computadoras, celulares o tabletas.

## II. Agradecimientos

Quiero agradecer inmensamente a mis papás, Adriana Ocón y Francisco Zapata, por haberme apoyado en cada etapa de mi vida; por haber confiado siempre en mí, por recordarme lo capaz que soy y que puedo lograr lo que sea que me proponga. Ustedes han sido mi mayor motivación y la razón por la que nunca me di por vencida.

Ma, gracias por haberme dado la oportunidad de estudiar la carrera que quería, porque sé el sacrificio que eso implicó estos años y aun así siempre lo hiciste con todo el amor del mundo. Gracias por ser la más chineadora y animarme cada vez que sentí que ya no podía más con todo. Creo que no me va a alcanzar la vida para intentar devolverte todo lo que has hecho por mí, de verdad, no pude haber pedido a alguien mejor para que fuera mi mamá y te admiro por ser la persona más increíblemente esforzada y carga que conozco. Espero poder llegar a ser algún día al menos la mitad de la súper mujer que sos.

Pa, tú fuiste el que me llevó a ver universidades hace unos años y me parece increíble estar escribiendo esto ahora, ya en la recta final de mi carrera. Quiero agradecerte por todo el apoyo que siempre me has dado; por escuchar mis historias de camino a la casa sobre todo lo que aprendía en la universidad; por todas esas veces que me esperaste un montón de horas mientras salía de los laboratorios durante pandemia, para que no tuviera que viajar solita en bus ja,ja; por siempre haberme demostrado lo orgulloso que estás de mí cada día. Gracias por siempre recordarme lo capaz que soy y que todo lo puedo conseguir, si me lo propongo.

A ambos los amo hasta el infinito y más allá, y cada logro en mi vida es gracias al apoyo de ustedes dos.

A mi novio Lorenzo, agradezco enormemente tenerte en mi vida, gracias por haber sido mi apoyo en todo el proceso, por motivarme y recordarme cada día que sí podía con todo por más difícil que pareciera, por el cariño y los detalles que siempre me diste cuando me sentía desanimada y por siempre haber creído en mí y en mi capacidad, aunque a veces ni yo misma lo hiciera. Te amo muchísimo y gracias por estar siempre presente para mí.

A Diani, mi pequeña, no sabés lo que agradezco tener una amistad tan linda y sana como lo es la tuya. Gracias por tus palabras siempre de ánimo, por recordarme todas mis virtudes y lo capaz que era de llegar al lugar al que estoy en este momento. Te quiero muchísimo, mi doc favorita, y estoy muy orgullosa de ambas por todo lo que hemos logrado.

A las amistades tan lindas que me dejó la universidad, Dani Ávila, Nico Dávila, Kath Calderón, Ed Navarro y Nati Vargas; gracias por haber hecho el proceso más bonito y llevadero; gracias por el apoyo y por ser personas tan especiales. Les deseo muchos éxitos en sus vidas siempre y los quiero montones.

Infinitas gracias a mi tutora, Marcela Chaves, quien fue alguien sumamente importante en este proceso; mil gracias por haberme apoyado, guiado, aconsejado y ser parte de mi formación como profesional.

### **III. Dedicatoria**

Quiero dedicar este trabajo a mis papás, ustedes que han sido las personas que me han brindado todo su amor, apoyo y motivación cada día. Espero que se sientan orgullosos de la profesional en la que me estoy convirtiendo, porque ese ha sido mi deseo siempre: enorgullecerlos y devolverles todo el amor que me han dado durante toda mi vida.

También a mis abuelitos en el cielo, Babi y Tata, ustedes fueron mis segundos padres durante toda mi niñez y mi deseo siempre fue tenerlos a mi lado en cada logro de mi vida. Espero que estén donde estén, se sientan orgullosos de esa chiquita tímida que cuidaban y llevaban al kínder. Les mando un beso al cielo, los amo y los guardo en mi corazón para siempre.

#### IV. Tabla de contenidos

I. Resumen .....	II
II. Agradecimientos .....	III
III. Dedicatoria .....	IV
IV. Tabla de contenidos .....	V
V. Lista de tablas .....	VIII
VI. Lista de figuras .....	IX
VII. Lista de gráficos .....	X
CAPITULO I – INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 Introducción .....	2
1.2 Planteamiento del problema .....	2
1.3 Objetivos .....	4
1.3.1 Objetivo General .....	4
1.3.2 Objetivos Específicos .....	4
1.4 Justificación .....	4
1.5 Antecedentes .....	7
1.5.1 Antecedentes Históricos .....	7
1.5.2 Antecedentes Internacionales .....	9
1.5.3 Antecedentes Nacionales .....	13
CAPÍTULO II- MARCO TEÓRICO .....	15
2.1 Salud .....	16
2.2 Radiación de luz y riesgos a la salud .....	17
2.3 Luz Visible .....	20
2.4 Luz Azul .....	26
2.5 Fotoenvejecimiento y cáncer de piel .....	31
2.6 Fotoprotección tópica .....	42
2.7 Profesional en Farmacia .....	60
2.8 Perfil Profesional .....	61
2.9 Abordaje Integral .....	61
2.10 Educación y promoción a la salud .....	62
2.11 Guía técnica .....	64

CAPÍTULO III- MARCO METODOLÓGICO .....	66
3.1 Enfoque de la investigación .....	67
3.2 Tipo de investigación .....	67
3.3 Fuentes de información .....	67
3.4 Población y muestra .....	68
3.5 Descripción del procedimiento de recolección y análisis de datos .....	72
3.6 Descripción de Instrumentos y Técnicas.....	72
CAPÍTULO IV- ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS .....	73
4.1.2 Tiempo realizando la profesión de regente farmacéutico.....	75
4.1.3 Conocimiento por parte del regente sobre el tema de fotoprotección .....	76
4.1.4 Capacitación universitaria sobre el tema de fotoprotección .....	76
4.1.5 Tiempo adecuado de replicación de la fotoprotección .....	78
4.1.6 Nivel de importancia del uso de fotoprotección diario .....	79
4.1.7 Función que cumple el factor de protección solar.....	84
4.1.8 Características importantes a tomar en cuenta a la hora de recomendar un producto de fotoprotección.....	87
4.1.9 Nivel de satisfacción con su nivel de conocimiento y actualización sobre el tema de fotoprotección .....	91
4.1.10 Abordaje farmacéutico en tema de fotoprotección y realización de una guía sobre el adecuado uso de esta.....	92
4.2 Principales riesgos a la salud derivados de la radiación emitida por luz visible y luz azul .....	92
4.2.1 Entrevista a dermatóloga, doctora especialista en cáncer de piel.....	93
4.2.1.1 Fotoprotectores actuales .....	93
4.2.1.2 Agresividad del cáncer de piel.....	99
4.2.1.3 Tipo de lesiones que es importante revisar con el dermatólogo y qué tanto se las dejan los pacientes.....	102
4.2.1.4 Mayor incidencia de lesiones o manchas en piel durante la pandemia .....	103
4.2.1.5 Cuidados luego de remover un cáncer de piel .....	104
4.2.1.6 Cómo pueden los farmacéuticos ayudar en la prevención de cáncer de piel .....	104
4.2.2 Entrevista a Doctora Farmacéutica especialista en dermocosmética .....	104
4.2.2.1 Principales riesgos a la salud de la piel que pueden derivarse de la exposición continua a radiación por luz visible y luz azul.....	104

4.2.2.2 Ingredientes que deben poseer los fotoprotectores para que brinden una mayor protección frente a luz visible y azul y fotoprotectores del mercado costarricense.....	108
4.2.2.3 Características del paciente que se deben tomar en cuenta para recomendar un producto de fotoprotección .....	113
4.2.2.4 Información errónea que tiene la población sobre fotoprotección .....	117
4.2.2.5 Aumento de la consulta por productos para manchas u otras lesiones en piel, en el tiempo de pandemia .....	117
4.2.2.6 Mejor educación a la población sobre fotoprotección .....	118
4.2.2.7 Tipos de fotoprotectores para pacientes con ciertos tipos de afecciones en la piel y sus cuidados .....	118
4.2.2.8 Oportunidades de mejora para los regentes en asesoramiento sobre fotoprotección .....	121
4.2.2.9 Mayor aprendizaje sobre fotoprotección para futuros farmacéuticos.....	122
CAPÍTULO V- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	124
Conclusiones .....	125
Recomendaciones.....	127
CAPÍTULO VI- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	129
CAPÍTULO VII- APÉNDICES.....	141

## V. Lista de tablas

Tabla 1.	Criterios de búsqueda de la información .....	68
Tabla 2.	Criterios de Inclusión y Exclusión.....	69
Tabla 3.	Clasificación de la información según nivel de evidencia.....	70
Tabla 4.	Variables de investigación .....	70
Tabla 5.	Tipo de piel Fitzpatrick y respuesta a la radiación ultravioleta <sup>67</sup> .....	88
Tabla 6.	Tipos de fotodermatosis y mecanismo de acción .....	115
Tabla 7.	Principales grupos de medicamentos fotosensibilizantes .....	116
Tabla 8.	Principales dermatosis susceptibles de agravarse por la radiación electromagnética .....	116
Tabla 9.	Categorías de los filtros solares según la FDA .....	119

**VI. Lista de figuras**

Figura 1. Fototipos de piel según escala de Fitzpatrick .....99  
Figura 2. Mecanismos de fotoenvejecimiento en fibroblastos dérmicos humanos. ....106

## **VII. Lista de gráficos**

Gráfico 1. Experiencia del regente .....	75
Gráfico 2. Conocimiento del regente sobre el tema de fotoprotección .....	76
Gráfico 3. Capacitación del regente sobre el tema de fotoprotección .....	77
Gráfico 4. Tiempo de replicación de fotoprotección .....	78
Gráfico 5. Importancia del uso de fotoprotección diariamente .....	84

## **CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN**

## 1.1 Introducción

En la presente investigación, se lleva a cabo una revisión sistemática del abordaje del farmacéutico en prevención de los riesgos a la salud derivados de la radiación emitida por luz visible y luz azul, para el abordaje integral del paciente mediante su consejo profesional. Esto con el fin de identificar tanto el conocimiento como el rol que tiene el profesional en farmacia de comunidad en Costa Rica, para con ello documentar y realizar una guía técnica donde se profundice la importancia de la utilización del protector solar como un medio para disminuir las repercusiones que puede tener en la salud el exponerse continuamente a este tipo de radiación.

## 1.2 Planteamiento del problema

La luz azul pertenece al espectro de luz visible; además, posee longitudes de onda muy cortas, lo que quiere decir que transmite una alta energía, ya que la transmisión será inversamente proporcional a su longitud. Conforme a la ecuación de Planck, la longitud de onda de los rayos de luz está correlacionada negativamente con la cantidad de energía que contienen los rayos; es decir, la luz azul tiene la energía más alta en el espectro de luz visible, esto quiere decir que, al ser más energéticas, van a producir un mayor daño en la piel, al penetrar más capas de esta<sup>1</sup>.

Al interaccionar la radiación electromagnética con los tejidos, pueden producirse dos tipos de efectos: el primero, al tener alta energía con longitud de onda corta y relacionarse con los tejidos, se produce ionización. Por otro lado, en la radiación con longitud de onda larga y con energía mínima, aumentan su vibración originando calor<sup>1</sup>.

La radiación UV y la luz azul tienen algo en común y es la producción de ROS (especies reactivas del oxígeno) induciendo el daño oxidativo en la piel, pero, al tener longitudes de onda más largas y menor energía, la luz azul puede penetrar más que la UV

alcanzando capas de células profundas hasta ocasionar daño en el ADN. Esto se traduce en fotoenvejecimiento e inflamación de la piel, debido a que las células que esta luz daña están relacionadas para prevenir estos procesos no deseados<sup>1</sup>.

La mitad de los radicales libres que aparecen en la piel son producidos por la luz azul, como lo es el óxido nítrico. El estrés oxidativo es el precursor de melanina y estimulante de melanocitos, los cuales son responsables de la hiperpigmentación de la piel. Por lo cual, los principales pigmentos en la piel producidos por la luz azul son oscurecimiento inmediato y persistente, manchas y melasma. Además, la forma en que la luz azul produce pigmentos en la piel involucra opsinas, un grupo de proteínas fotosensibles encontradas en la epidermis que mediante radiación produce pigmentación<sup>1</sup>.

Austin et al.<sup>2</sup> realizaron un experimento que logró evidenciar que, incluso con exposiciones breves a la luz azul emitida por dispositivos electrónicos, se aumenta la generación de especies reactivas de oxígeno. Dado esto, cabe mencionar que el envejecimiento extrínseco de la piel podría ser causado por el estrés oxidativo, ya que la producción de especies reactivas de oxígeno aumenta con la edad, así como la capacidad que poseen las células de la piel para reparar el daño del ADN va disminuyendo conforme se avanza en edad.

Esta exposición que las personas tienen diariamente a la radiación que emiten dichos aparatos podría estar siendo perjudicial para la salud de la piel y no tener consciencia de ello. Por eso, es importante que se informe a la población por medio del regente farmacéutico, sobre las posibles consecuencias que se pueden ocasionar a futuro en la salud, al estar tanto tiempo expuestos a este tipo de luz visible.

Dado lo anterior, se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿cuál es el rol del farmacéutico en la prevención de los riesgos a la salud derivados de la radiación emitida por la luz visible y luz azul para el abordaje integral del paciente, mediante el consejo profesional en torno al uso apropiado de foto protección tópica?

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo general**

Analizar el rol del farmacéutico en la prevención de los riesgos a la salud derivados de la radiación emitida por la luz visible y luz azul para el abordaje integral del paciente, mediante el consejo profesional en torno al uso apropiado de fotoprotección tópica, durante el III cuatrimestre, 2022.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

1. Identificar los principales riesgos a la salud que pueden derivarse de la radiación emitida por luz visible y luz azul.
2. Señalar la importancia del rol del farmacéutico y sus conocimientos en el consejo profesional para el abordaje integral del usuario respecto del uso apropiado de fotoprotección tópica.
3. Proponer una guía técnica para educar e informar a los pacientes acerca de la importancia de la prevención de los riesgos a la salud derivada de la radiación emitida por luz visible y luz azul.

## **1.4 Justificación**

Con el pasar de los años, la práctica en la farmacia ha experimentado grandes e importantes transformaciones que han sido influenciadas por el desarrollo científico-tecnológico, así como por cambios socioculturales que han repercutido en diversos ámbitos de la vida diaria. Además, los avances en la biotecnología han hecho que nuevas funciones y responsabilidades farmacéuticas hayan surgido en el área industrial y asistencial, lo cual ha hecho que el farmacéutico de esta última área haya adquirido un papel protagónico, formando parte activa del equipo de salud<sup>3</sup>.

El farmacéutico puede desarrollar su profesión en diferentes modalidades laborales (farmacia comunitaria, hospitalaria, atención primaria, industria farmacéutica, distribución farmacéutica, docencia, salud pública, análisis clínicos e investigación) y, aunque las competencias adquiridas en el grado de farmacia bastan para ejercer la profesión del farmacéutico en sus distintas modalidades, la realidad es que los cambios sociales y los continuos avances científicos que se producen en la farmacoterapia y atención sociosanitaria, así como su aplicación y desarrollo en los diferentes ámbitos de ejercicio profesional del farmacéutico, hacen que los profesionales en farmacia requieran actualizar sus competencias y añadir otras nuevas para su continuo desarrollo profesional<sup>4</sup>.

Esta investigación se realiza debido a la falta de conocimiento que existe en las personas sobre las implicaciones que se pueden derivar de la exposición prolongada a la radiación que emiten los aparatos electrónicos que poseen luz azul en la salud de estas y la falta de formación por parte del profesional en farmacia en temas como lo es la fotoprotección<sup>4</sup>.

Estudios realizados con anterioridad entregan ciertas pistas sobre los posibles efectos que dicha radiación puede ocasionar sobre la salud y, principalmente, sobre la piel, como lo es un estudio publicado en *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, en el cual se encontró que existe una conexión entre la exposición a la luz azul y la producción de radicales libres en la piel, lo cual significaría una aparición más acelerada de envejecimiento<sup>5</sup>.

Un estudio *ex vivo* notó la formación de radicales libres luego de la exposición a la luz solar artificial con luz visible representando el 33% y se demostró un aumento dependiente de la irradiación en la formación de radicales entre 0,9 y 2,9 Mw/cm<sup>2</sup>. Los efectos de las longitudes de onda de la luz azul sobre el fotoenvejecimiento son similares a los inducidos por la luz visible. Por su parte, Avola et al.<sup>6</sup> irradiaron queratinocitos epidérmicos humanos y fibroblastos dérmicos humanos con luz azul led (450 nm) en

varias dosis (5-45 J/cm<sup>2</sup> ) y demostraron una reducción en la viabilidad celular, una disminución del ARNm del colágeno tipo I y un aumento de las ROS

Vandersee et al.<sup>7</sup> realizaron un estudio en el cual incluyeron a nueve voluntarios sanos de entre 26 y 63 años con tipos de piel II y III, según la clasificación de Fitzpatrick, sin ningún tipo de enfermedad cutánea, embarazo, consumo de fármacos fototóxicos o exposición solar intensa durante las últimas 2 semanas. A ellos se les indicó que no utilizaran ningún producto para el cuidado de la piel en el antebrazo durante al menos 72 horas y que no se ducharan durante al menos 4 horas antes del comienzo y durante los experimentos. La piel se irradió con luz azul-violeta (80% en el rango de 380 a 495 nm). Los carotenoides se midieron en la piel de los voluntarios de forma no invasiva utilizando espectroscopía de resonancia Raman.

Se observó una disminución estadísticamente significativa de la concentración de carotenoides tras la aplicación de la radiación de esta luz. La irradiación de piel humana con luz azul-violeta da como resultado una degradación significativa dependiente de la dosis de antioxidantes epidérmicos, como lo demostraron las mediciones *in vivo* de la concentración de carotenoides utilizando espectroscopía. Esto podría establecer que los radicales libres y muy probablemente los ROS se generan en la piel humana posterior a la radiación con luz azul-violeta.

La fotoprotección busca una prevención de los daños que se pueden ocasionar en la piel de las personas como resultado de la exposición a largos períodos de radiación; sin embargo, aunque existen guías y recomendaciones actuales sobre la utilización de la misma, es necesario una mejor educación para que las personas sean más conscientes de la importancia del uso de fotoprotección no solamente cuando se van a exponer a radiación solar, sino también al estar dentro de sus casas o trabajos, en los cuales, debido a la utilización diaria de los dispositivos electrónicos, se sigue teniendo una exposición muy prolongada a la luz azul y no se conocen a profundidad las consecuencias de esto a futuro en la salud de las personas<sup>8</sup>.

La falta de cultura de fotoprotección y los altos precios que representa adquirir un protector solar son factores que inciden sobre el incremento de casos de cáncer de piel, razón por la cual es detectado en edades más tempranas. Beirana A.<sup>9</sup> explica que la población no tiene la suficiente conciencia sobre cuál es la forma en que debe protegerse, y esto muchas veces va asociado a que se tiene una idea errónea de que el tono de piel más oscuro es menos propenso a verse afectado por enfermedades dermatológicas.

Por este motivo, en este trabajo de investigación, se pretende estudiar mejor las implicaciones en la salud de la exposición a la radiación que emite la luz visible, así como la luz azul, y con esto proponer una guía que permita dar un mejor abordaje del tema de fotoprotección en torno a educar a la población sobre su uso y sus beneficios en cuanto a los posibles efectos que puede tener la radiación que emiten los dispositivos electrónicos en la piel de las personas. Esto con la ayuda del conocimiento que posee el profesional farmacéutico y con la cercanía que este tiene al paciente, lo cual ayudaría a abordar dudas que los pacientes tengan sobre la utilización de este tipo de protección a través de la consulta farmacéutica.

## **1.5 Antecedentes**

A continuación, se brinda una reseña de investigaciones previas a la que se está realizando, con el fin de que permita conocer resultados referentes al tema de exposición a luz azul y luz visible, y con esto tener más claridad en cuanto a lo relacionado con las consecuencias de la exposición prolongada a dicha radiación y cuál papel tendría el farmacéutico en cuanto a la prevención de los posibles daños que esto podría ocasionar en la salud de las personas a futuro.

### **1.5.1 Antecedentes históricos**

El estudio más antiguo sobre fotobiología fue llevado a cabo en 1671 por Newton I.<sup>13</sup>, quien fraccionó la luz solar en diferentes colores del arco iris usando un prisma. La radiación fuera del espectro de luz visible fue descubierta 125 años después por Herschel William y Ritter Johann.

Willan R.<sup>10</sup> describió en 1978 la sensibilidad a la luz solar bajo el término *eczema solare*, y en 1820 en Inglaterra, se realizó una observación experimental que informó que algunos componentes de la luz solar, además del calor, afectaban la piel, lo cual se confirmó más tarde en 1829 por Davy et al.<sup>13</sup> Quienes investigaron si diferentes rayos del espectro solar producían efectos diferentes. A medida que se desarrolló la capacidad de producir longitudes de onda en las últimas décadas, se identificaron las implicaciones biológicas de estas longitudes.

En 1958, Hasting et al.<sup>11</sup> probaron la capacidad de diferentes longitudes de onda de luz, correspondientes a distintos colores, para cambiar el ritmo circadiano en el dinoflagelado marino fotosintético *Gonyaulax polyedra*. El mayor poder para poner a cero el contador diario del organismo residía en los azules, con un descenso precipitado hacia los verdes y un modesto aumento de los rojos. Los descubrimientos científicos en las últimas décadas han demostrado que la luz no solo restablece el ritmo circadiano humano, sino que la luz azul, que tiene el impacto más fuerte en los dinoflagelados, posee el mismo poder para restablecer los propios relojes; y aunque la mayoría de las longitudes de onda visibles pueden restablecer el reloj, los azules lo hacen con mayor eficiencia

En el año 1956, Harman D.<sup>12</sup> propuso que las especies reactivas de oxígeno (ROS) se van acumulando con el tiempo y que dichas especies contribuyen en el proceso de envejecimiento; años más tarde, amplió su concepto, ya que identificó que las mitocondrias son la principal fuente de ROS y así formó lo que sería la base de la teoría de los radicales libres mitocondriales del envejecimiento.

Oplander et al.<sup>13</sup> realizaron un estudio de investigación en el 2011, en el cual probaron a diferentes longitudes de onda, los efectos que producía la luz azul sobre fibroblastos dérmicos humanos y demostraron que, a diferentes longitudes de onda, la luz azul puede llegar a inducir diversos grados de estrés oxidativo intracelular, lo que podría llegar a contribuir con el fotoenvejecimiento prematuro de la piel

### 1.5.2 Antecedentes internacionales

Existen algunos estudios que muestran que la luz azul tiene efectos negativos sobre la piel de las personas, como lo es el realizado por Dong et al.<sup>1</sup>, en el que se logró observar que la luz azul a una longitud de onda de 410 nm provocó una reducción en la transcripción de PER1 en los queratinocitos. Este es un gen, el cual está implicado en el ritmo circadiano, lo que indicaría que existe una posible alteración en el ritmo nocturno de las células de la piel. Dicho proceso es importante en la regeneración y reparación de la misma, por lo cual, al no producirse de forma adecuada, el proceso puede ocasionar daño y envejecimiento de la piel de las personas.

Liebmann et al.<sup>1</sup> encontraron que la luz azul a fluencias altas de 66-100 J/cm<sup>2</sup> y longitud de onda de 453 nm a fluencias muy altas >500 J/cm<sup>2</sup> es tóxica para las células endoteliales y queratinocitos. Asimismo, después de tres días consecutivos de irradiación cada 24 h, la cantidad de células endoteliales y queratinocitos disminuyó en cultivos irradiados con 412, 419 o 426 nm en comparación con las células no irradiadas. Esto dependía tanto de la dosis como de la longitud de onda. Por otro lado, la luz azul a 453 nm hasta una fluencia de 500 J/cm<sup>2</sup> no fue tóxica.

Por su parte, Campiche et al.<sup>14</sup> realizaron un estudio clínico, aleatorizado, doble ciego y controlado con placebo en 33 voluntarias con fototipos de piel III y IV y utilizaron un protocolo de irradiación de luz azul repetitiva. Los resultados mostraron que hubo cambios significativos tanto en la melanina como la hemoglobina y la saturación de oxígeno, además de notar cambios visibles en el color de piel; por lo cual se establece que los efectos de la luz azul en la piel incluyen tanto estrés oxidativo como aumento de la pigmentación.

Bello et al.<sup>15</sup> utilizaron espectroscopía para caracterizar los cambios bioquímicos en la piel humana después de haber sido irradiada con diferentes dosis de luz azul. Seleccionaron los fototipos I y II de los voluntarios y se logró demostrar que la luz azul

a dosis de irradiación de 100 J/cm<sup>2</sup> causa daños en la piel, ya que actúa sobre moléculas de tirosina, fenilalanina, betacaroteno, lípidos y proteínas.

Chamayou et al.<sup>16</sup> evaluaron en queratinocitos de piel humana la actividad dañina para el ADN y los cromosomas de los rayos de luz azul, así como los mecanismos de reparación del ADN asociados y demostraron que la luz azul posee un impacto genotóxico en la piel. Esto con una irradiación de longitud de onda de 415 nm.

Bonnans et al.<sup>17</sup> utilizaron dispositivos de diodos emisores de luz (LED) que contenían bombillas de 415 nm y 470 nm en queratinocitos humanos normales, biopsias de piel y sujetos con acné. La evaluación de especies reactivas de oxígeno (ROS) se realizó después de un curso de exposiciones a la luz led azul. En dicha evaluación, se obtuvieron aumentos dependientes de la dosis de producción de ROS en queratinocitos expuestos a exposiciones crecientes de led de 415 nm; sin embargo, se observó una primera fase decreciente de ROS en los queratinocitos expuestos a exposiciones led de 415 + 470 nm y comparando las mismas dosis de combinación de longitud de onda, 415 nm solo es más dañino que las exposiciones de 415 + 470 nm

Por su parte, Coats et al.<sup>18</sup> realizaron una investigación bibliográfica utilizando la base de datos de Google Scholar y UL Prospector para encontrar ingredientes cosméticos que funcionen en la protección de la piel de la luz azul y encontraron que ingredientes derivados de algas, filtros UV, extractos botánicos, antioxidantes y vitaminas; se encuentran disponibles en el mercado para luchar contra el daño de la piel que induce la luz azul.

Mahmoud et al.<sup>19</sup> indican que la exposición de la piel a luz visible puede llegar a generar eritema, ya que, al tener contacto con la eumelanina, se produce calor, lo que, a

su vez, induce vasodilatación de los plexos vasculares subpapilares. Ellos demostraron que la intensidad y el eritema en los fototipos más altos (IV-VI) desaparecían en dos horas.

En la misma línea de estudio, Kollias et al.<sup>20</sup> demostraron que, a dosis mayores a 720 nm, pueden inducir pigmento que dura hasta 10 semanas. Así mismo, Porges et al.<sup>22</sup> expusieron que dosis entre 40-80 J/cm causaban pigmentación inmediata que disminuía en 24 horas; sin embargo, el bronceado persistía durante 10 días, por lo que concluyen que la pigmentación inmediata inducida por luz visible es 25 veces menos intensa que la inducida por radiación ultravioleta

Setty et al.<sup>20</sup> evidenciaron el aumento de la síntesis de tirosinasa posterior a la exposición a la luz visible; se cree que este fenómeno es secundario a que la luz visible participa en la activación de proteínas activadas por mitógenos tipos 1 y 2 y proteinasa C y en formación de complejos que ayudan a mantener y promover la pigmentación. Esto explica el papel de la luz visible en la fisiopatología de enfermedades como el melasma y la hiperpigmentación posinflamatoria, las cuales son más comunes en individuos de piel oscura

Hoffman et al.<sup>20</sup> analizaron la inducción del daño oxidativo del ADN causado por la luz visible mediante la generación de dímeros de ciclobutano pirimidina y demostraron que la excitación de fotosensibilizadores endógenos puede generar, mediante reacciones fotodinámicas, este tipo de daño oxidativo.

Los filtros químicos contra radiación UV disponibles en la actualidad no son eficaces en la protección contra luz visible; solo los filtros ópticamente opacos, como la forma no micronizada de óxido de zinc, dióxido de titanio y el óxido de hierro. Son eficaces en esta protección, ya que tienen la capacidad de dispersar y reflejar la luz visible. Martini et al.<sup>20</sup> demostraron que el uso de estos filtros solares con pigmentos

derivados de óxido de hierro (UV-VIS) en pacientes con lentigos (hiperpigmentación) y efélides (pecas) previene el estímulo de melanogénesis por parte de la luz visible.

Guan et al.<sup>21</sup> sugieren que la luz visible y la luz infrarroja pueden desempeñar un papel en el fotoenvejecimiento y se deben tenerse en cuenta a la hora de elegir un protector solar. Un protector solar con un color de amplio espectro con factor de protección solar  $\geq 30$ , utilizado diariamente, ofrecerá protección contra la radiación UV y la luz visible para reducir sus efectos sobre el fotoenvejecimiento.

Aunado a lo anterior, Lyons et al.<sup>21</sup> indican que la radiación UV y la luz visible tienen efectos biológicos en la piel. La luz visible puede inducir eritema en personas de piel clara y pigmentación en personas de piel oscura. Además, los filtros solares de amplio espectro protegen contra la radiación UV, pero no protegen adecuadamente contra la luz visible. Para que un protector solar proteja contra la luz visible, debe ser visible en la piel, como lo son los protectores con color que utilizan diferentes formulaciones y concentraciones de óxidos de hierro y dióxido de titanio pigmentario para proporcionar protección contra la luz visible.

Porges et al.<sup>21</sup> demostraron la inducción de un oscurecimiento inmediato de la pigmentación en la piel normal después de la irradiación con luz visible. Del mismo modo, Mahmoud et al. exponen que tanto UVA como luz visible podrían causar hiperpigmentación en fototipos de piel IV- VI y que la luz visible induce una pigmentación aún más oscura y duradera.

Un estudio de seguimiento realizado por Regazzetti et al.<sup>22</sup> se aplicó en melanocitos humanos normales, con el fin de comprender los mecanismos de la hiperpigmentación inducida por luz azul. En este estudio, se demostró que la luz azul

estimula la melanogénesis, actuando sobre un factor de transcripción asociado a la microoftalmia. Este es el gen al cual denominan el maestro de la pigmentación.

### **1.5.3 Antecedentes nacionales**

Campos et al.<sup>23</sup>, en su artículo sobre fotoprotección, mencionan que Costa Rica tiene una alta exposición a la radiación durante todas las épocas del año. Esto resulta en un riesgo latente para la piel de las personas que habitan en el país, principalmente, las que más tiempo se exponen a dicha radiación y representa un mayor riesgo a desarrollar algún tipo de lesión e incluso cáncer de piel; el cual es el más común en el país. Se indica, además, que es posible reducir el riesgo de la radiación, si se elevan los niveles de protección, ya que la fotoprotección ocupa un lugar importante en el cuidado la salud cutánea y es de suma importancia para prevenir afecciones cutáneas, que pueden llegar a ser desde envejecimiento prematuro hasta cáncer de piel. Por ello, es de suma importancia que se implementen acciones para prevenir esta problemática, concientizando a la población y generando que haya una mayor adherencia a la fotoprotección; así como una mayor conciencia de los daños que genera la exposición a la radiación.

Arias et al.<sup>24</sup> mencionan en su artículo que la variación de la piel y el color de cabello es el aspecto más notable de la variabilidad humana. Ellos indican que el conocimiento de la homeostasis de la piel, así como su ausencia permite desarrollar un enfoque apropiado no solo para el tratamiento de enfermedades cutáneas, sino también para realizar un cuidado adecuado de esta. El artículo describe la influencia de los factores genéticos y ambientales que permitirán comprender mejor el origen de los trastornos cutáneos más frecuentes.

Garzona et al.<sup>25</sup> describen el cáncer de piel como la neoplasia más frecuente en Costa Rica; también, que la constante exposición a la radiación ultravioleta es un factor

de riesgo muy importante para este tipo de cáncer. Ellos mencionan que las campañas de salud que están enfocadas en fotoprotección han tenido un importante impacto en la prevención del cáncer de piel; sin embargo, aún es necesario dar a conocer a la población general sobre la relación directa que existe entre el uso de fuentes artificiales de radiación con la aparición de cáncer de piel.

## **CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO**

## 2.1 Salud

El concepto de salud no es único y universal, así como tampoco lo es el de enfermedad. Ambos conceptos están en constante cambio y dependen de las personas y de los contextos en los que estos se conceptualicen<sup>26</sup>.

La Organización Mundial de la Salud<sup>27</sup> define el concepto de salud como: “estado de completo bienestar físico, mental y social y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades”. Esta definición data de 1948 y, aunque se le han hecho varias críticas, es la que mejor se conoce y se acepta mundialmente por el personal sanitario y la población general

El término de salud pública está lleno de significados un poco ambiguos. En la historia de su definición, han sido destacadas cinco connotaciones. La primera de ellas equipara el adjetivo público, con la acción gubernamental, esto es, el sector público. El segundo significado es un poco más amplio, pues dicho significado incluye no solo la participación del gobierno, sino también la de la comunidad organizada, es decir, el público. El tercer uso identifica a la salud pública con los denominados servicios no personales de salud, es decir, aquellos que se aplican al ambiente y, por lo tanto, no son apropiables por un individuo específico. El siguiente uso va un poco más allá del tercero, este le añadirá una serie de servicios personales de naturaleza preventiva dirigidos a grupos vulnerables<sup>28</sup>.

El rol de los profesionales de salud se materializará en el equipo de salud con una orientación colectiva y comunitaria. El equipo de salud en el ámbito comunitario debe asumir objetivos comunes, desarrollar actividades que sean propias del primer nivel de atención y hacerlo desde una perspectiva interdisciplinaria, dando un enfoque individual, familiar, comunitario, enfatizando la prevención de la enfermedad y promocionar la salud<sup>29</sup>.

El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo clasifica a los países según su nivel de desarrollo humano, con base en la esperanza de vida, la educación y el ingreso nacional. Los primeros 58 países están clasificados como de “desarrollo humano muy alto”. Costa Rica se ubica en el puesto 63 y está clasificada como “de desarrollo humano alto”, pero en términos de salud pertenece al grupo de “desarrollo humano muy alto”<sup>30</sup>.

Al igual que con la mayoría de los países de América Latina, Costa Rica está marcada por grandes desigualdades en lo que respecta a los ingresos y las condiciones sociales. Esto se traduce en desafíos para la salud, sin embargo, Costa Rica es un país de gran interés en la Región de las Américas y en la salud mundial debido a su buena salud<sup>30</sup>.

Tomando en cuenta lo descrito anteriormente, en el presente apartado de la investigación se definen conceptos que, debido a la alta exposición a ellos diariamente, pueden tener efectos en la salud, como lo es la exposición continua a la radiación por luz visible y azul, a la cual las personas están expuestas incluso al estar dentro de sus hogares y trabajos. Por esta razón, al ser profesionales en el área de la salud, se debe siempre tratar de estar actualizado e informado sobre todos los temas que pueden generar problemas en esta, sea de forma inmediata o en un futuro no muy lejano.

## **2.2 Radiación de luz y riesgos a la salud**

Los efectos perjudiciales del exceso de radiación en la piel, después de la exposición a la luz solar, se caracterizan por enrojecimiento de la piel, ampollas y ardor. Todo esto conduce a un envejecimiento prematuro de la piel y la existencia de una mayor susceptibilidad al cáncer de piel. Anteriormente, se pensaba que esto era causa de la radiación UV únicamente y aunque la luz UV es la longitud de onda de mayor energía, la restante consiste en las bandas de radiación infrarroja (IR) y luz visible (Vis), que tienen una longitud de onda más larga<sup>31</sup>.

Esto indica que, al tener una longitud de onda más larga, van a penetrar capas más profundas de la piel, generando un mayor daño. La luz visible penetra todas las capas de la piel e incluso puede penetrar hasta un 20% de la hipodermis, esto conduce al fotoenvejecimiento en las tres capas de la piel<sup>31</sup>

La luz artificial está compuesta por luz visible y radiaciones ultravioletas (UV) e infrarrojas (IR). Actualmente, existe la preocupación de que altos niveles de exposición a estas radiaciones lleguen a ser perjudiciales para la salud óptica y de la piel, ya que los componentes ultravioletas y azules de la luz son potencialmente dañinos e incluso los más dañinos de los mencionados anteriormente<sup>32</sup>.

A pesar de que la mayoría de los efectos de la exposición solar en la piel están relacionados con la radiación UV. Esta radiación representa solo entre el 2 y 5% del espectro solar. La luz visible representa casi la mitad del espectro solar. Se ha demostrado que activa las metaloproteinasas y reduce la producción de colágeno al inducir estrés oxidativo<sup>33</sup>.

El impacto de las longitudes de onda más cortas de luz visible va más allá de la hiperpigmentación inducida en personas de piel oscura y contribuye a las recaídas de trastornos pigmentarios como el melasma<sup>33</sup>.

Desde hace ya varios años, se han realizado investigaciones que indican que la radiación electromagnética emitida por los dispositivos móviles puede penetrar los tejidos humanos. El incremento en la cobertura móvil, lo fácil que fue para la sociedad adoptar los dispositivos móviles y la alta demanda de contenido que se consume en estos móviles impulsan un crecimiento en los usuarios en tal sentido, de modo tal, que los teléfonos inteligentes seguirán teniendo un papel dominante en la población<sup>34</sup>.

Los investigadores Bucher et al.<sup>34</sup>, los cuales trabajan en el programa Nacional de Toxicología (NTP), se encuentran realizando estudios que sean de utilidad para aclarar los potenciales riesgos que se pueden tener en la salud por la exposición a la radiación que emiten los dispositivos celulares. El NTP se trata de un programa federal, agencias, que tienen sede en el Instituto Nacional de Ciencias de la Salud Ambiental (NIEHS), cuyo objetivo es proteger al público, esto realizando la identificación de las sustancias que se encuentran en el medioambiente y que pueden llegar a tener un riesgo en la salud humana.

Las ondas de radio frecuencias que tienen los teléfonos celulares generan muchas dudas e inquietudes en la sociedad, por esta razón, se debe seguir investigando y así se podrá tener una idea más clara, conociendo mejor las posibles consecuencias a largo plazo que pueden ocasionar estos en los tejidos y en la salud del ser humano<sup>34</sup>.

La expansión en el uso de los servicios artificiales de emisión de radiación no ionizante (RNI), como lo son los dispositivos electrónicos que se utilizan hoy en día, ha hecho que la sociedad tenga una incertidumbre por conocer y observar cuáles son los posibles efectos sobre la salud humana, además de los riesgos correspondientes al medioambiente<sup>34</sup>.

Garnacho et al.<sup>35</sup> exponen los efectos que tiene la radiación solar en la piel, y estos son, primeramente, el bronceado, ya que, en un primer momento, se consideraba a este como un factor de protección solar equivalente a un 3 o un 7. Sin embargo, se ha descubierto que la melanina puede llegar a ser cancerígena al contribuir a la formación de dímeros ciclobutánicos de pirimidina mutagénicos (DPM) formados a partir de las bases del ADN timina o citosina por reacción fotoquímica, horas después de la exposición solar.

Se demostró, además, que la feomelanina (la que da los fototipos bajos, rubios y pelirrojos) era un generador más potente de formación de DPM que la eumelanina (la que produce fototipos altos, morenos)<sup>35</sup>.

El segundo efecto que comentan estos autores es la quemadura, ya que la exposición intensiva intermitente a los rayos ultravioleta en la infancia y adolescencia que conduce a quemaduras solares es un factor de riesgo conocido para el carcinoma basocelular y el melanoma maligno. Incluso, los datos epidemiológicos indican que un historial de cinco episodios de quemaduras solares por década aumenta el riesgo de melanoma aproximadamente tres veces<sup>35</sup>.

El tercer efecto de la radiación solar en la piel es el fotoenvejecimiento, se estima que el 90% de los cambios cutáneos asociados a la edad son consecuencia de la RUV crónicamente recibida; en particular, por su acción sobre el ADN celular apareciendo mutaciones en genes reguladores como el p53. Los cambios más importantes del fotoenvejecimiento se producen en la dermis, y los fibroblastos parecen ser las células clave en todos esos cambios dérmicos<sup>35</sup>.

Otro de los efectos que comentan los autores que produce la radiación solar es el cáncer cutáneo melanoma y no melanoma, así como las lesiones precancerosas (queratosis actínicas). Los RUV son mayormente absorbidos en la epidermis por el ADN nuclear e inducen la formación de DPM<sup>35</sup>.

Los queratinocitos disponen de los mecanismos necesarios para reparar este daño, pero, si lo hacen de forma incompleta, aparecen mutaciones. Si las alteraciones producidas en el genoma son importantes, la proteína p53, cuya síntesis aumenta con la RUV y sus proteínas asociadas inducen la apoptosis de los queratinocitos irradiados. Cuando la mutación inducida

por la RUV se produce en p53, se pierde el control del genoma, produciendo la aparición de queratosis actínicas, carcinomas espinocelulares o basocelulares <sup>35</sup>. Y, por último, la inmunosupresión, la cual es la supresión de la respuesta inmunológica, que indirectamente promueve la carcinogénesis <sup>35</sup>.

### **2.3 Espectro visible**

La luz y la radiación forman parte de un rango muy amplio, que no tiene límite inferior o superior, denominado el Espectro Electromagnético. Este espectro se ha dividido en diferentes regiones pero que no tienen fronteras rígidas entre regiones adyacentes. Se utilizan dos parámetros comunes para referirse al espectro electromagnético: frecuencia y longitud de onda<sup>15</sup>.

A través del espacio nos llega radiación electromagnética en todas las regiones del espectro desde todas las fuentes estelares y de otros objetos siderales. Cargas eléctricas en movimiento generan radiación electromagnética. Partículas cargadas (como electrones o protones) que son aceleradas en los aceleradores de partículas producen radiación sincrotrón, que hoy día tiene aplicaciones importantes. La materia calentada a altas temperaturas produce radiación electromagnética (los átomos vibrando se convierten en pequeños osciladores). Igualmente la materia a temperaturas de millones de grados en las estrellas produce radiación electromagnética<sup>15</sup>.

Se define la luz como una radiación electromagnética que se compone de ondas y cúmulos de energía, los que van a ser llamados fotones. Dentro del espectro electromagnético, se expresan todas las formas de energía, las cuales se clasifican de acuerdo con su longitud de onda, que va desde longitud de onda corta como lo son los rayos X y gamma, a ondas que son largas como las microondas y las ondas de radio<sup>35</sup>.

A la superficie terrestre, llega un espectro de radiación que se extiende desde los 290 nm hasta los 3000 nm y esta se subclasifica en lo que es la radiación ultravioleta que alcanza a llegar a la superficie terrestre y posee una longitud de onda de 290 a 400 nm. Se tiene también la luz visible, la cuál posee una longitud de onda de 400 a 760 nm y, por último, la luz infrarroja que va desde los 760 a 3000 nm<sup>35</sup>.

La luz visible es de interés en esta revisión. Es una porción limitada de la radiación electromagnética, la cual es detectable por el ojo humano. Dicha porción corresponde al 50% del espectro solar y abarcará longitudes de onda entre los 400 y 700 nm<sup>36</sup>.

Hasta hace no mucho tiempo, se consideraba que la luz visible no tenía un efecto fotobiológico que fuese significativo en la piel. Sin embargo, las investigaciones actualizadas indican que este no es el caso y el efecto medible de la luz visible se está documentando en todos los tipos de piel<sup>36</sup>.

El color perceptible dependerá de la longitud de onda, así como de su amplitud. Además, participará en la patogenia de algunas enfermedades, principalmente, en trastornos pigmentarios y fotoenvejecimiento, ya que la luz en el tejido puede ser absorbida, reflejada, dispersada o transmitida<sup>35</sup>.

El cambio de dirección de una onda al entrar en contacto con una superficie sin penetrarla se define como reflexión. Cuando la luz incide sobre la superficie cutánea, entre 4 y 7 % de luz visible es reflejada, el resto de la luz atraviesa la piel, donde puede absorberse o dispersarse<sup>36</sup>.

La absorción se identifica como la captación de la luz por la materia a la que incide, y se transforma en otro tipo de energía, lo más típico es calor. Solamente la luz que es absorbida tiene efectos biológicos en la materia. Los blancos que absorben una longitud de onda específica (energía) en el tejido se llaman cromóforos. Además, los principales cromóforos en la piel son el agua, la hemoglobina y la melanina<sup>35</sup>.

La dispersión se produce cuando un rayo de luz se refracta en algún medio y los fotones cambian su dirección de propagación, logrando así, la separación de los colores que los constituyen. La dispersión será inversamente proporcional a la longitud de onda incidente. Además, las longitudes de onda que son más amplias tendrán una menor dispersión y, por lo tanto, lograrán una mayor penetración<sup>35</sup>.

La cantidad de fotones que atraviesan a un tejido se definen como transmisión. El efecto de la luz en un tejido puede producir tres efectos: efecto fototérmico, el cual se produce por la conversión de la energía de la luz en calor, que dependerá de la temperatura alcanzada y pueden alcanzarse diferentes efectos, como lo es la vaporización, la coagulación,

carbonización y el derretimiento. El efecto fotomecánico se producirá por el calentamiento rápido de las estructuras y el efecto fotoquímico se da por la absorción de la luz por los cromóforos generando reacciones citotóxicas por la producción de radicales libres<sup>36</sup>.

La luz visible es responsable de efectos negativos como lo son quemaduras, hiperpigmentación y fotoenvejecimiento. Por lo que la exposición de la piel a luz visible puede generar eritema, ya que, al tener contacto con la eumelanina, se producirá calor, lo que, a su vez, inducirá a la vasodilatación de los plexos vasculares subpapilares<sup>35</sup>.

Estudios realizados en fototipos altos evidenciaron el aumento de la síntesis de tirosinasa posterior a la exposición, por esto, se cree que dicho fenómeno es secundario a que la luz visible participe en la activación de proteínas que son activadas por mitógenos tipo 1 y 2 y proteincinasa C, así como en la formación de complejos de tirosinasa, que ayudan a mantener y a promover la pigmentación. Esto explica el papel que tiene la luz visible en la fisiopatología de enfermedades como el melasma y la hiperpigmentación posinflamatoria, que son más comunes en individuos de piel oscura<sup>35</sup>.

La luz visible tiene la capacidad de penetrar todas las capas de la piel e incluso un 20% alcanza la hipodermis, por lo que se considera responsable de contribuir al fotoenvejecimiento en los tres compartimentos de la piel<sup>35</sup>. Además, se ha descrito que la mayor parte de las fotodermatosis son desencadenadas por radiación UV; sin embargo, se han descrito los efectos de la luz visible en la exacerbación de la urticaria solar, la dermatitis actínica y las porfirias cutáneas<sup>35</sup>.

Longitudes de onda entre 400 y 500 nm contribuyen, aproximadamente, a 10% de todo el daño de bases nitrogenadas en células expuestas a luz solar. En la actualidad, se desconoce qué porcentaje del fotoenvejecimiento es causado exclusivamente por luz visible, ya que la dosis de exposición que se tiene a diario es relativamente baja y en la mayor parte de las veces está acompañada de otras radiaciones como lo son la radiación ultravioleta y la infrarroja. Sin embargo, se ha demostrado que induce cambios biológicos que se suman a las demás radiaciones. Entre estos cambios destaca el aumento de las metaloproteinasas 1 a 9 que degradan las fibras de colágeno, la producción de radicales libres de oxígeno y el aumento de interleucinas proinflamatorias: IL-1, IL-6, IL-8 y el factor estimulante de colonias de granulocitos y macrófagos (GM-CSF), los cuales contribuyen al daño oxidativo

del ADN. Además, se ha demostrado que los efectos que se mencionan antes pueden disminuir la administración de antioxidantes<sup>35</sup>.

La mayor parte de las fotodermatosis son desencadenadas por radiación UV; sin embargo, se han descrito los efectos que tiene la luz visible en la exacerbación de la urticaria solar, la dermatitis actínica crónica y las porfirias cutáneas<sup>35</sup>.

Para entender estas patologías mencionadas anteriormente, se puede describir, primero, la urticaria solar como una forma de urticaria física, que causa habones entre 5 y 10 minutos después de la exposición solar, este tiene un alivio en menos de 24 horas. Está planteada la hipótesis de que una sustancia epidérmica absorbe fotones generalmente de la luz visible y se transforma en un fotoalergeno que estimula la producción de anticuerpos inmunoglobulina E específicos con la subsecuente degranulación mastocitaria y su respuesta inflamatoria característica. La longitud de onda específica que genera esta reacción se llama espectro de acción<sup>35</sup>.

Las longitudes de onda que están más frecuentemente implicadas en la transformación de los cromóforos corresponden a la luz visible y a la UVA. Para establecer el porcentaje de inducción según el espectro de luz y radiación, Haylett et al.<sup>25</sup> usaron una prueba de fotoprovocación con luz azul, verde, roja y radiación UV. En dicho estudio, reportaron los espectros de luz que desencadenaron lesiones en 145 pacientes, y encontraron que 74.5% tuvieron pruebas de fotoprovocación positivas; 10.7% de ellos correspondieron a longitudes de onda del espectro visible únicamente; 53.6% a la luz visible más UVA y el 25% a la luz visible, UVA y UVB, lo que demuestra que la luz visible tiene un papel importante en la patogénesis de la enfermedad<sup>35</sup>.

Después, se encuentra la dermatitis actínica crónica, la cual es una fotodermatosis inmunológicamente mediada; esta afecta con mayor frecuencia a los hombres a partir de los 50 años. En la fisiopatología, lo que se plantea es una reacción de fotocontacto alérgico a un neoantígeno inducido por la radiación UV. Se ha descrito que el espectro de inducción de la dermatitis actínica crónica se encuentra, principalmente, en el rango de UVB o UVB y UVA; también se indica que la luz visible puede inducir las lesiones<sup>35</sup>.

Finalmente, las porfirias son causadas por la acumulación de agentes fototóxicos endógenos (porfirinas) debido a defectos enzimáticos en la biosíntesis del grupo hemo. Las moléculas de porfirina son estructuras de anillo de tetrapirrol que absorben la luz visible y generan estados de excitación. La exposición de las porfirinas a la luz solar da como resultado la producción de radicales libres, que provocan la peroxidación de los lípidos y el entrecruzamiento de las proteínas que conducen al daño de la membrana celular<sup>35</sup>.

Los síntomas en la piel se manifiestan debido a la interacción de la radiación solar (alrededor de unos 400nm) con altas cantidades de porfirinas circulantes, que se originan en el hígado y que se acumulan en la piel<sup>35</sup>.

La mayor parte de los protectores solares del comercio actual lo que hacen es bloquear las longitudes de onda menores a 380 nm (espectro UV). Y, de acuerdo con lo descrito anteriormente sobre la luz visible y el papel que tiene en el proceso de fotoenvejecimiento, así como en la hiperpigmentación, se debe considerar ampliar el espectro de foto protección para así bloquear también la luz visible, principalmente, en pacientes que presentan trastornos pigmentarios<sup>35</sup>.

Las propiedades biológicas en las diferentes longitudes de onda de luz visible sobre la piel no son las mismas, especialmente respecto a la pigmentación. Se demostró que las longitudes de onda más cortas (415nm, luz azul-violeta) están implicadas en la inducción de la melanogénesis y son capaces de inducir hiperpigmentación prolongada; mientras que las longitudes de onda más largas (630nm, luz roja) no inducen pigmentación *in vitro*. Algunos estudios realizados, los cuales se basan en análisis fotoespectrométricos, plantean que es casi imposible y, a la vez, es innecesario usar protectores solares efectivos contra todo el espectro de luz visible; por esta razón, es importante priorizar la protección ante las longitudes de onda que pueden inducir efectos indeseados. En el caso de trastornos pigmentarios, el uso de protectores solares que posean pigmentos proporciona una protección adecuada<sup>35</sup>.

Los filtros químicos contra radiación UV que se encuentran disponibles actualmente no son eficaces en la protección contra luz visible; solo los filtros que son ópticamente opacos, como lo es la forma no micronizada de óxido de zinc, dióxido de titanio y el óxido de hierro, son útiles en esta protección. Estos compuestos tienen la capacidad de dispersar y de reflejar la luz visible; sin embargo, como son de color blanco mate o rojo e insolubles en

agua, dejan un efecto tintado o un revestimiento blanco, que es estéticamente no aceptado para muchos pacientes, y esto es una desventaja, ya que limita su uso<sup>35</sup>.

Los antioxidantes tópicos también pueden ser útiles contra los efectos de la luz visible. La combinación de una pantalla solar UVA/UVB más los antioxidantes logra reducir significativamente la producción de radicales libres de oxígeno, citocinas y metaloproteinasas de matriz *in vitro*, logrando disminuir el estrés oxidativo<sup>35</sup>.

Absolutamente todos los cuerpos emiten radiación; estos rayos o fotones son ondas electromagnéticas que no necesitan ningún medio material para propagarse, más bien la materia dificulta su avance. Como cualquier onda, las electromagnéticas se caracterizan por su longitud de onda o alternativamente por su frecuencia, siendo ambas cantidades inversamente proporcionales: una onda larga es de baja frecuencia y una corta es de alta frecuencia. Además, se llama espectro electromagnético el conjunto total o parcial de ondas de diversas frecuencias<sup>36</sup>.

La luz visible abarca cierto intervalo del espectro y tiene colores que van del rojo al violeta conforme su frecuencia va aumentando. Más allá del violeta, siguen sucesivamente, según crece su frecuencia, la radiación o luz ultravioleta, los rayos X y los gama<sup>37</sup>.

La radiación emitida depende de la temperatura del cuerpo emisor en dos aspectos: por un lado, la cantidad de radiación aumenta enormemente conforme lo hace la temperatura y, por otro lado, su longitud de onda disminuye cuando la temperatura sube. En la atmósfera y en el clima, actúan dos tipos de radiación que tienen una clara distinción; se encuentra a la luz visible, la cual se origina en el Sol y la radiación infrarroja (invisible) emitida por la Tierra<sup>36</sup>.

Hasta hace poco tiempo, se consideraba que el espectro de luz visible (VL) no representaba un efecto fotobiológico de significancia en la piel, pero con investigaciones actualizadas se sugiere que la realidad no es así, y el efecto que tiene la luz visible, el cual es medible, se está documentando en todos los tipos de piel<sup>22</sup>. Recientes estudios han demostrado que, en personas de piel oscura, la luz visible puede inducir una pigmentación de la piel más intensa y duradera si se le compara con la radiación UVA<sup>22</sup>.

Martini et al.<sup>22</sup> demostraron que el uso de filtros solares que tienen pigmentos derivados del óxido de hierro (UV-VIS) en pacientes con lentigos y efélides previene el estímulo de melanogénesis por parte de la luz visible. En el melasma, este tipo de filtros solares permiten mayor disminución en el índice MASI.

Existen dos tipos de fotodermatosis con espectro de acción en el rango de luz visible. Estas son la urticaria solar (SU); es una enfermedad mediada por mastocitos, y se presenta con sensibilidad a los rayos UV o luz visible, que desencadena la urticaria<sup>22</sup>.

El segundo trastorno que es inducido por la luz visible es la protoporfiria eritropoyética, esta es una fotodermatosis grave que se asocia con fototoxicidad aguda. La fototoxicidad es resultado de la protoporfirina que se acumula en los glóbulos rojos y en los tejidos, debido a la disminución de la actividad de una enzima en la biosíntesis de hemo, ferroqueletasa<sup>22</sup>.

## **2.4 Luz azul artificial**

La luz azul forma parte del espectro visible y es la más cercana a las radiaciones ultravioletas. Está compuesta por ondas cortas que van de los 380 a los 495nm, que corresponden a la luz visible que posee mayor energía<sup>37</sup>.

Entre el 5-10% de la radiación UV que alcanza la superficie terrestre son radiaciones de energía muy elevada. Atraviesan la epidermis y una parte de la dermis (solo el 10%), pero no consiguen llegar a capas tan profundas como la UVA. Además, el 90-95% de la RUV que alcanza la superficie terrestre son radiaciones de energía inferior a las UVB, pero penetran más profundamente en la dermis (un 50%). Ya que los efectos biológicos de UVA ocurren cerca del espectro UVB, estos se dividen en UVA corta o II (320-340 nm) y UVA larga o I (340-400 nm)<sup>65</sup>. Por consiguiente, la longitud de onda y el daño cutáneo son directamente proporcionales, es decir, a mayor longitud de onda, mayor penetración en la piel y mayores efectos deletéreos en ella<sup>65</sup>.

La luz azul se descompone un poco más para producir lo que sería la luz azul-violeta (que aproximadamente va de 380 a 450 nm) y en luz azul-turquesa (que aproximadamente

va de 450 a 500 nm). Por lo anterior, alrededor de un tercio de toda la luz visible se considera como luz de alta energía (HEV) o también luz azul<sup>37</sup>.

La luz del sol es la mayor fuente de luz azul, sin embargo, existen muchas más fuentes de esta, como lo es la iluminación led y las pantallas de computadoras, tabletas, teléfonos inteligentes y otros dispositivos digitales que producen niveles bastante significativos de la misma<sup>37</sup>.

Aunque la cantidad de luz azul HEV emitida por dispositivos electrónicos es solo una pequeña fracción de la luz que emite el sol, el hecho de que en la actualidad la cantidad de tiempo que las personas se exponen a esta luz sea tan alta es algo que podría influir en la salud a largo plazo<sup>37</sup>.

La mayor parte de la luz azul proviene del sol, pero parece que cada vez las personas están más expuestas a fuentes de luz artificial, incluidos los dispositivos electrónicos que emiten cantidades bastante significativas de luz azul. Más específicamente, se ha demostrado que la luz visible de alta energía induce signos de fotoenvejecimiento cutáneo *in vitro*, *ex vivo* e *in vivo*<sup>38</sup>.

Durante las últimas décadas, debido a las consecuencias inevitables de la industrialización, la vida moderna y los cambios importantes en el estilo de vida de grandes segmentos de la población de los países en desarrollo y desarrollados, los seres humanos no están expuestos a niveles adecuados de luz natural durante el día, sino que están sobre expuestos a niveles relativamente altos de luz artificial durante la noche<sup>39</sup>.

Los avances recientes en la tecnología de los diodos emisores de luz han llevado a su uso generalizado en materia de iluminación. El bajo consumo de energía, el tamaño pequeño y la larga vida útil se encuentran entre las ventajas básicas de los diodos emisores de luz sobre las antiguas fuentes de luz incandescente que consumen mucha energía. Asimismo, actualmente se utilizan en una amplia variedad de aplicaciones que van desde señales de tráfico hasta flash de cámaras y teléfonos inteligentes<sup>38</sup>.

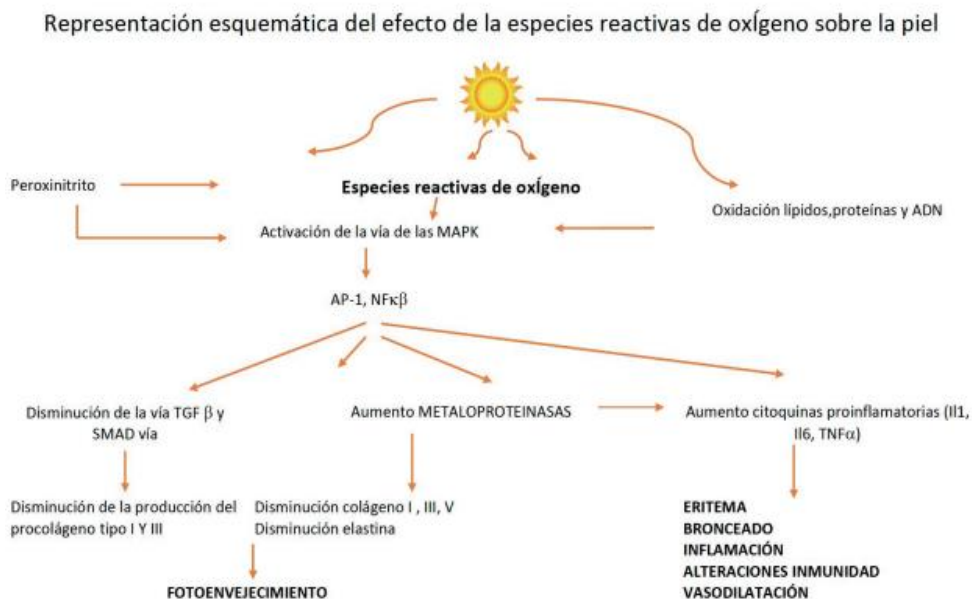
Se han realizado varios estudios para definir el efecto de la luz azul emitida por los dispositivos electrónicos en las células de la piel humana; como ejemplo, se ha demostrado que la irradiación de queratinocitos HaCaT con luz azul de  $41,35 \text{ Jcm}^{-2}$  de longitud de onda

de 453 nm conduce a un rápido aumento de especies reactivas de oxígeno después de una hora. Otros estudios han encontrado que la luz azul induce estrés oxidativo a través de la fotorreducción de flavinas intracelulares y que los queratinocitos humanos normales muestran un rápido aumento de especies reactivas de oxígeno intracelulares tras la irradiación con luz azul<sup>38</sup>.

La luz azul derivada de la exposición solar puede inducir hiperpigmentación potente y duradera en personas de piel oscura. Los melanocitos detectan estas longitudes de onda directamente a través de la activación de un sensor específico llamado opsina-3. Este conduce a la fosforilación del factor de transcripción asociado a microftalmia, dando como resultado el aumento de las enzimas de melanogénesis, tirosinasa y dopacromo tautomerasa<sup>38</sup>.

Las opsinas comprenden una familia de receptores acoplados a proteína G activados por la luz, que cumplen numerosas funciones vitales y no visuales. La opsina-3 está altamente expresada en melanocitos productores de melanina epidérmica humana, que brindan protección contra la radiación ultravioleta. Además, las opsinas median las respuestas celulares a distintas longitudes de onda de luz visible y ultravioleta.. Por su parte, la opsina-3 regula la actividad de los melanocitos a través de los receptores de melanocortina 1 y es responsable de la hiperpigmentación persistente inducida por las longitudes de onda azules de la luz visible<sup>39</sup>.

Figura 1. Efecto de especies reactivas de oxígeno



Fuente: Imagen tomada de referencia<sup>48</sup>

Regularmente, el rostro está expuesto a la luz azul emitida por pantallas de dispositivos electrónicos como celulares, computadoras, televisores; este tipo de luz azul generalmente cubre un espectro de 420 a 490 nm, con un pico de emisión entre 440 y 460 nm, dependiendo del dispositivo que se utilice. Por lo cual, la producción de superóxido mediada por la luz azul podría contribuir significativamente al envejecimiento de la piel y la carcinogénesis<sup>38</sup>.

Los rayos UVB interactúan con las células de la epidermis, mientras que los rayos UVA alcanzan las capas más profundas de la piel y afectan células inmunitarias de la epidermis y la dermis. Si se comparan con la radiación UV, la luz visible actúa más profundamente en la dermis, pero al mismo tiempo más superficialmente que la radiación infrarroja. La hemoglobina y la melanina de la epidermis absorben mucho la luz visible. La penetración máxima de la luz azul es de 0,07 a 1 mm. Por su parte, los cromóforos son las moléculas que absorben la luz, por lo tanto, el efecto de la luz azul depende de diferentes cromóforos (fotorreceptores). Así mismo, los fotorreceptores principales y más importantes son las opsinas, las flavinas, las porfirinas y las proteínas nitrosadas<sup>39</sup>.

Se sugiere que la luz azul puede llegar a afectar la función mitocondrial a través de la citocromo c oxidasa que es el complejo IV de la cadena de transporte de electrones, la cual se encuentra en la membrana mitocondrial<sup>39</sup>.

Otra investigación que se realiza es el papel que tiene la opsina (OPN), estos son receptores de la proteína G, puesto que son activados por la luz azul. Dependiendo de la ubicación de su expresión, existen diferentes categorías de opsinas. Las que se expresan en la epidermis son la OPN2, OPN3, y OPN4. Por su parte, el receptor de la opsina posiblemente es excitado por la luz azul, esto estimula los canales potenciales del receptor transitorio y luego provoca una inundación de calcio, lo que desencadena la proteína quinasa II dependiente de calcio/calmodulina (CAMKII) y al final provoca cambios en la transcripción de genes<sup>39</sup>.

El papel de la opsina se ha investigado, de igual forma, en lo que es la modulación de la pigmentación y la melanogénesis, pero solo en la piel Fitzpatrick tipo III y superior. Lo que se encontró es que la luz azul afecta directamente a los melanocitos y a través de OPN3, afecta la melanogénesis, que depende del calcio. La luz azul provoca la producción de tirosinasa multimérica, lo que da como resultado la estimulación de tirosinasa en los melanocitos del fototipo superior de Fitzpatrick<sup>39</sup>.

Otro mecanismo potencial de la luz azul incluye la activación de flavinas y flavoproteínas. El mononucleótido de flavina y el dinucleótido de flavina y adenina expuestos a la irradiación aumentan la formación de especies reactivas de oxígeno (ROS) al doble. Otros fotoaceptores de la luz azul son las porfirinas, que son compuestos aromáticos heterocíclicos. Las enzimas que contienen porfirina se encuentran presentes en varias células, como la hemoglobina, las enzimas de citocromo p-450 y los complejos de cadena de transporte de electrones. Se sugiere que la irradiación con luz azul por excitación de porfirinas conduce a la formación de ROS<sup>39</sup>.

Becker et al. investigaron el efecto de la luz azul sobre los queratinocitos y mostró una reducción en la proliferación de estas células. Además, se observó un aumento en el estrés oxidativo; dicho proceso puede explicarse por el aumento de la producción de ROS en respuesta a la irradiación con luz azul. Las especies de oxígeno fisiológicamente reactivas se producen, principalmente, en las mitocondrias en los complejos I y III de la cadena de

transporte de electrones. Finalmente, el estudio reveló un aumento en la transcripción de los genes de la cadena de transporte de electrones, los genes del citocromo P450 y los genes de las hormonas esteroides<sup>39</sup>.

## **2.5 Fotoenvejecimiento y cáncer de piel**

La piel es el órgano más grande del cuerpo humano. Está compuesta por la epidermis, que consiste en tejido epitelial y la dermis que consiste en tejido conectivo. La piel realiza una gran variedad de funciones, las cuales son bastante complejas. Dichas funciones proporcionan un entorno óptimo a los tejidos más profundos al separarlos del medio externo y al mismo tiempo, asegurar el contacto con este, mediante el intercambio de sustancias y la recepción de estímulos. La piel va a proteger frente a agentes biológicos, o sea, microbios potencialmente patógenos; también va a proporcionar una protección frente a agentes químicos y factores físicos como lo es la luz solar, la radiación ionizante, radiación infrarroja y factores mecánicos y térmicos<sup>40</sup>.

Aunado a lo anterior, la piel es la que conforma la cubierta externa de los seres humanos, esta, en los orificios naturales, se convierte en mucosa. Además, representa uno de los órganos más importantes del cuerpo, a causa de su tamaño, ya que representa el órgano más grande, debido a que cubre una superficie de alrededor 2m<sup>2</sup> y un peso de 4 a 5 kg (esto representa aproximadamente el 6% del peso corporal total). Otra de sus importantes características son las distintas funciones que realiza la piel, como lo es separar al organismo del medioambiente externo y facilitar la comunicación con este<sup>40</sup>.

En el caso de la piel de los neonatos, esta puede llegar a parecer madura, pero muchas funciones fisiológicas de la piel experimentan una maduración posnatal. Estas funciones se desarrollan y se van a madurar durante toda la etapa de gestación y el período neonatal; es por esto, que la piel de un recién nacido pretérmino no será capaz de mantener la homeostasis, ni regular la temperatura y será mucho más susceptible a infecciones<sup>40</sup>.

La función primordial que tiene la piel es construir una capa córnea que sea eficaz, protectora y semipermeable, que le permita a las personas la supervivencia en el medio en el que se desenvuelven. Esta barrera impedirá tanto la pérdida de fluidos corporales como la

entrada al organismo de elementos nocivos, como algunos microorganismos, radiación UV, elementos tóxicos, entre otros. Para realizar de manera eficaz todas estas funciones protectoras y reguladoras, la piel tendrá que sintetizar numerosas proteínas y lípidos, que se incluyen en la composición de la capa córnea<sup>40</sup>.

La composición de la piel se basa en tres capas muy distintas entre sí, tanto en anatomía como en la función que cada una de ellas realiza. Estas capas reciben el nombre de epidermis, dermis e hipodermis. El grosor de cada capa variará de acuerdo con el área anatómica. Es así que, la epidermis plantar y palmar es la más gruesa, ya que presenta una capa extra, la cual recibe el nombre de estrato lúcido<sup>40</sup>.

Las células madre están presentes en todos los niveles de la piel y tienen características de autorrenovación, además, pueden dar origen a diferentes tipos celulares. Estas células pueden localizarse en la capa basal de la epidermis interfolicular, ahí se diferencian en queratinocitos; en la parte inferior del folículo piloso, se detectan aquellas que son responsables de la regeneración de este<sup>40</sup>.

La epidermis es un epitelio plano estratificado y queratinizado que cubre la totalidad de la superficie corporal. Esta capa de piel es la que mayor número de células posee y tiene una dinámica de recambio extraordinariamente grande<sup>40</sup>.

La dermis es una estructura que da soporte de la piel y le proporciona a esta resistencia, elasticidad y también la capacidad de adaptación a movimientos y cambios de volumen. Aunque la dermis contiene elementos celulares, la composición es principalmente fibroelástica, conteniendo colágeno y fibras elásticas<sup>40</sup>.

El tejido subcutáneo o hipodermis está conformado por tejido adiposo que forma lobulillos, los cuales están separados por tabiques de tejido conectivo. El grosor de la hipodermis es muy variable, dependerá de su localización, peso corporal, sexo o edad<sup>40</sup>.

Entre las funciones que posee la piel, destaca la función de barrera epidérmica; mediante la construcción de la capa córnea, la función de barrera vital de la epidermis garantizará el mantenimiento de medio fisiológico interno y se encargará de proteger el organismo contra agresiones ambientales como el frío, el calor y las radiaciones, así como de la colonización por bacterias de tipo patológicas<sup>40</sup>.

Se tiene también que la piel cumple una función de soporte y protección, esta es asumida en su gran parte por la capa denominada dermis, ya que su diseño la configura como el esqueleto perfecto, y al mismo tiempo, aportará: flexibilidad, fuerza y protección de estructuras anatómicas más profundas<sup>41</sup>.

Seguidamente, se destaca la función inmunitaria, la cual tiene conexión con la función mencionada anteriormente, de barrera, también impide la entrada de patógenos. Entre otras de sus funciones, la endocrina, en la cual se destaca la vitamina D<sub>3</sub> o también llamada colecalciferol, se obtiene principalmente de dos formas: la dieta (un 10% aproximadamente) y la producción endógena por conversión fotoquímica a partir de 7-dehidrocolesterol en la epidermis, más concretamente por el queratinocito; esto se lleva a cabo con la participación de la luz UV proveniente del sol. Posteriormente, el colecalciferol es hidroxilado en el hígado y riñón hacia su forma activa de 1,25 dihidroxi vitamina D (calcitriol), el cual será responsable de incrementar la absorción de calcio en el intestino<sup>40</sup>.

La piel posee otra función, la cual es el proceso de curación de heridas. En dicho proceso, se ven implicados diversos componentes para completar las diferentes fases de hemostasia, inflamación, proliferación y remodelación<sup>40</sup>.

La función de termorregulación es en la cual participa el entramado vascular vasoactivo dérmico. Asimismo, están implicadas unas estructuras especializadas, las cuales reciben el nombre de cuerpos glómicos; estos están constituidos por células glómicas, vasos y células musculares lisas<sup>40</sup>.

Y, por último, también lleva a cabo la función sensorial. Esto se da por gran cantidad de terminaciones nerviosas, que contienen receptores para tacto, calor, frío, presión, vibración y dolor<sup>40</sup>.

La tipificación de la piel tiene varias consideraciones prácticas en el campo de la fotodermatología y la dermatología procesal. Por una parte, la fototipificación de la piel se refiere específicamente a la clasificación de la piel según su sensibilidad a los rayos UV. Hasta la década de 1960, se utilizaba una simple evaluación clínica del color de la piel para determinar el fototipo de piel, que luego se demostró que no era útil. En 1975, Fitzpatrick propuso un sistema de clasificación basado en el origen étnico y la susceptibilidad de un

individuo a las quemaduras solares y al bronceado en la población blanca no hispana para calcular la dosis inicial de fototerapia<sup>41</sup>.

El color de la piel puede ser constitutivo o facultativo. El constitutivo se refiere a los niveles, tipos y distribución genéticamente determinados de melanina epidérmica, que no está influenciada por factores exógenos o endógenos. Por su parte, el color facultativo de la piel se refiere a un mayor contenido de melanina epidérmica como resultado de factores ambientales (como la luz solar) o también hormonales. El fototipo y el color de la piel pueden parecer similares al principio, pero son bastante diferentes. Además, el color de la piel, ya sea negra, marrón o blanca, está determinado por varios pigmentos como la melanina, la hemoglobina (oxi o desoxi), la bilirrubina y los carotenoides; sin embargo, solo la melanina ofrece protección contra la luz ultravioleta<sup>41</sup>.

El contenido y el tipo de melanina epidérmica es uno de los principales determinantes del color de piel. La melanina se puede clasificar ampliamente en dos tipos: la eumelanina; la cual es la más oscura y la feomelanina que es la más clara. La primera ejerce un mejor efecto protector que la feomelanina. La eumelanina es característica de las personas de pigmentación oscura, es un buen filtro contra la luz ultravioleta y también es eliminador de radicales libres. Por último, la feomelanina está predominantemente presente en personas de piel clara, es un filtro UV menos efectivo y actúa como un fotosensibilizador endógeno al generar aniones superóxido<sup>41</sup>.

Thomas B. Fitzpatrick, un profesor de dermatología, durante mucho tiempo en la Escuela de Medicina de Harvard, clasificó por primera vez los tipos de piel I a III según su estudio de protección solar. La reactividad de la piel al sol de la población que estudió, que fue la australiana, se caracterizó de la siguiente forma:

- I: Los que se queman con facilidad y no se broncean nada.
- II: Los que se queman con facilidad y se broncean con dificultad.
- III: Los que se queman moderadamente y tienen pigmentación inmediata.

Las personas con piel étnica a menudo se clasifican en un fototipo de Fitzpatrick (generalmente V o VI) según el color de la piel, en lugar de su respuesta a la luz solar. La piel de color no es completamente inerte a la luz ultravioleta<sup>41</sup>.

El envejecimiento de la piel es una de las preocupaciones dermatológicas y cosméticas más comunes. Dicho proceso es natural y complejo, y se verá influido por dos mecanismos, los cuales son: el envejecimiento intrínseco (genético, cronológico), el cual es el resultante del paso del tiempo; y el envejecimiento extrínseco (foto envejecimiento); dicho envejecimiento es causado por factores ambientales como la radiación, contaminación ambiental y el cigarrillo<sup>42</sup>.

Ambos procesos se van a superponer y estarán ampliamente relacionados con el aumento de las especies reactivas de oxígeno (ROS) y el estrés oxidativo en la piel. Tanto los procesos intrínsecos como los extrínsecos se asocian a alteraciones bioquímicas (formación excesiva de radicales de oxígeno, lo que provoca daños en las proteínas y el ADN, la racemización de aminoácidos y la glicosilación no enzimática, y esto provoca la reticulación anormal de las fibras de colágeno y otras proteínas estructurales), así como cambios en las propiedades físicas, morfológicas y fisiológicas de la epidermis y dermis<sup>42</sup>.

Estos incluyen alteraciones en la función de la barrera epidérmica, acumulación de fibras de elastina (elastosis) y un deficiente funcionamiento de las células de Langerhans. Lo cual producirá arrugas, pérdida de elasticidad, cambios de color, pigmentación desigual, focos de queratosis epidérmica anormal, susceptibilidad a la irritación y regeneración y procesos de curación de la piel más lentos<sup>42</sup>.

El daño oxidativo causado por la producción de especies reactivas de oxígeno (ROS) mitocondriales se ha establecido como una base molecular de gran cantidad de condiciones fisiopatológicas, las cuales incluyen el envejecimiento y el cáncer<sup>43</sup>.

Con el envejecimiento, tanto la epidermis como la dermis se adelgazan y van perdiendo su capacidad regenerativa. Dicho proceso se manifiesta en arrugas, sequedad y manchas en la piel. Además, la exposición crónica a elementos del medio ambiente, como lo son las radiaciones, provoca efectos nocivos en las células de la piel. Dicha radiación no solo estará asociada al fotoenvejecimiento prematuro de la piel, sino también a diversas reacciones inflamatorias y a cáncer de piel<sup>43</sup>.

Se ha establecido un papel esencial de las mitocondrias en la homeostasis de la piel, así como en trastornos como lo es el cáncer, afecciones inflamatorias y enfermedades

hereditarias raras. La base mecánica de la disfunción mitocondrial en la piel y otros órganos es la producción de ROS y el estrés oxidativo<sup>43</sup>.

El resultado que es posible observar del efecto dañino que tiene la radiación sobre la piel, es decir, el fotodaño, es causado por la acumulación de lesiones que han sido inducidas todas las veces que la persona se ha expuesto a radiaciones a lo largo de su vida, y es considerado aún más peligroso cuando esto ha tenido lugar en la infancia y, sobre todo, cuando se ha cursado con procesos de inflamación de la piel o lo llamado “quemaduras solares”<sup>43</sup>.

Una exposición aguda a la radiación solar producirá eritema, quemaduras, hiperpigmentación cutánea, fotoqueratitis y foto conjuntivitis; además de sus efectos a largo plazo, que pueden llegar a producir lo que es el fotoenvejecimiento, la inmunosupresión y la carcinogénesis<sup>43</sup>.

Entre el 60 y 80% de la exposición a la radiación solar presente a lo largo de los años de vida tiene lugar antes de la edad de 18 años. Los niños y los adolescentes son los que más susceptibilidad tienen a la radiación, esto es debido a que, en la infancia, el sistema de protección natural no está completamente desarrollado y en esta población el daño por los rayos solares será máximo, además de esto, acumulativo. En dicho grupo de edad, se han intensificado las prácticas de riesgo relacionadas con la exposición solar, motivadas al deseo de bronceado, el tiempo que los niños pasan al aire libre, la falta de control paterno y la baja percepción que tienen del riesgo que esto conlleva, debido a que los efectos más perjudiciales no se identifican de inmediato y no se perciben como un posible riesgo a futuro<sup>43</sup>.

Una problemática que se tiene en común en esta población y demás es la falta de difusión de información sobre protección solar (fotoprotección) y esto se evidencia en un déficit de conocimientos y hábitos adecuados en la población joven<sup>43</sup>.

Además de los cambios que experimenta la piel con el tiempo, también es muy susceptible al fotoenvejecimiento, debido a la exposición repetitiva de radiación. El envejecimiento afectará el papel protector de la piel frente a agresiones fisicoquímicas y biológicas, así como las funciones termorreguladoras, sensoriales, inmunológicas y hormonales. Finalmente, el fotoenvejecimiento es un proceso acumulativo, se ve más

pronunciado entre las personas mayores que han estado expuestas regularmente a la radiación solar durante largos períodos<sup>44</sup>.

El fotoenvejecimiento, al cual también se le conoce como envejecimiento cutáneo extrínseco, consiste en el daño prematuro de la piel, debido a la radiación solar. Aunque este fotoenvejecimiento es un proceso distinto al de envejecimiento cutáneo cronológico, es decir, intrínseco, las características de ambos suelen estar superpuestas. Los signos que serán notables en la piel blanca/caucásica incluyen arrugas gruesas y finas, lentigos solares (las cuales son un tipo de mancha en la piel que puede tener un color marrón oscuro), telangiectasias (vasos dilatados en la piel) y disminución de la elasticidad de la misma. Estas características contrastan con la piel de color, donde el fotoenvejecimiento, a menudo, se caracteriza por arrugas profundas, textura coriácea de la piel y discromías<sup>44</sup>.

Además de los cambios de textura y pigmentación, el fotoenvejecimiento será significativo por su impacto nocivo en la función de barrera, la termorregulación, la inmunidad y la capacidad regenerativa de la piel<sup>44</sup>. En términos de patogenia, la radiación ultravioleta (UV) es el factor causante del fotoenvejecimiento mejor estudiado, ya que este incitará daño oxidativo y vías proinflamatorias, que conducen a cambios estructurales en la piel. La radiación UV es el determinante central del fotoenvejecimiento<sup>44</sup>.

Sin embargo, dadas las recientes investigaciones y evidencias, se sugiere que otros tipos de radiación, como lo es la visible e infrarroja, también pueden llegar a desempeñar un papel importante en el proceso de fotoenvejecimiento. Además de estos factores, se ha descrito que factores ambientales y el tabaquismo pueden ser actores sinérgicos en el proceso de envejecimiento prematuro de la piel<sup>44</sup>.

La luz azul y la luz visible se emiten desde dispositivos electrónicos e iluminación de diodos emisores de luz. La luz azul emite una hiperpigmentación duradera, esto lo realiza a través de la activación de los receptores Opsin-3, los cuales se ubican en la superficie de los melanocitos; sin embargo, no se cuenta con evidencia actual que sugiera que la luz visible cause cáncer. Los efectos biológicos de luz azul (400-500nm) son similares a los de la radiación UVA; como la longitud de onda de luz azul está estrechamente relacionada con el espectro UVA, puede alcanzar la capa subcutánea y tener efectos de fotoenvejecimiento similares a los de UVA<sup>44</sup>.

Además de estos factores ambientales mencionados con anterioridad, la susceptibilidad al fotoenvejecimiento también está mediada por factores demográficos del paciente. Se estima que la prevalencia del fotoenvejecimiento en pacientes con fototipos cutáneos del I al III llega aproximadamente al 90%. Esto podría deberse en parte a los tipos únicos de melanina que son los que predominan en diferentes fototipos de piel. Mientras que la eumelanina protectora se ve reducida a personas de piel blanca/caucásica en comparación con los pacientes de piel de color; la feomelanina prooxidativa se enriquece en los tipos de piel más claros y puede aumentar su susceptibilidad al proceso de fotodaño<sup>45</sup>.

Además de esto, los factores genéticos también podrían desempeñar un papel importante, los polimorfismos de un solo nucleótido (SNP) en MC1R. Se ha demostrado que un gen en la vía de la síntesis de melanina está asociado con un mayor riesgo al fotoenvejecimiento. Otros factores importantes de riesgo incluyen: la edad avanzada, el sexo masculino, una mayor exposición al sol durante toda la vida y la ubicación geográfica que posea una fuerte irradiación solar. Dado todo esto, es importante tener una adecuada protección solar y, en la medida de lo posible, evitar exposición a estas radiaciones durante mucho tiempo<sup>45</sup>.

La radiación ultravioleta (UV) que consiste en UVA (320-400 nm) y UVB (280-320nm) es el factor contribuyente al fotoenvejecimiento que mejor se ha estudiado hasta ahora. Aunque la atmosfera bloquea la mayor parte de la radiación ultravioleta, el 7% de los rayos que penetran en la superficie de la Tierra tienen efectos bastante significativos conocidos en la piel humana. De estos, los rayos UVA constituyen la mayoría, o sea, el 95% y tienen la capacidad de penetrar hasta la dermis inferior; mientras que los rayos UVB son minoritarios (el 5%) y, generalmente, penetran solo hasta la epidermis y la dermis superior<sup>45</sup>.

Dada esta diferencia, la radiación UVB es el contribuyente principal de las quemaduras solares y la oncogénesis cutánea; mientras que, por otro lado, la radiación UVA puede desempeñar un papel de mayor importancia en el fotoenvejecimiento<sup>45</sup>.

El impacto que tiene la radiación UV en la piel humana y su contribución al fotoenvejecimiento es múltiple. Primeramente, esta radiación genera especies reactivas de oxígeno (ROS), induce mutaciones en el ADN mitocondrial y altera la transcripción de genes

nucleares, contribuyendo con las características clínicas e histológicas del envejecimiento de la piel. Dicho proceso se verá exacerbado por el agotamiento de los antioxidantes protectores (glutación, tocoferol y ubiquinona) en respuesta a la radiación UV<sup>45</sup>.

Datos recientes sugieren que la luz visible (400-760nm) también juega un papel importante en el fotoenvejecimiento. Si bien la radiación ultravioleta representa solo una pequeña parte de la exposición solar, la luz visible comprende al menos el 40% de esta y tiene una penetración más profunda en la piel que la radiación ultravioleta, esto debido a que su longitud de onda tiene un valor mayor. Estudios han encontrado generación similar de ROS y citocinas proinflamatorias en la matriz dérmica, en respuesta a la luz visible<sup>45</sup>.

Cabe destacar que la melanina, un cromóforo endógeno, tiene un pico de absorción que abarca parte del espectro de luz visible. Si bien el aumento del contenido de melanina protege contra la radiación UV a los pacientes con piel de color, esto puede hacerlos más susceptibles a los efectos de la luz visible. Además, se demostró en un estudio clínico que la luz visible produce una respuesta pigmentaria más intensa y sostenida en la piel más oscura (tipos de piel IV-VI) en comparación con la radiación UVA. También se encontró que la luz visible tenía efectos mínimos en los tipos de piel más claros<sup>45</sup>.

Otro estudio mostró hallazgos similares que observaron que la luz visible inducía la pigmentación en todos los tipos de piel, pero tenía el efecto más pronunciado en los tipos de piel IV-V. La pigmentación causada por la luz visible puede deberse en parte a la activación de la opsina 3, el cual es un receptor acoplado a la proteína G. Además, se ha demostrado que las longitudes de onda más cortas de la luz visible, es decir, la luz azul; activan la opsina 3, lo que conduce a una entrada de calcio y a la inducción de melanogénesis en los melanocitos. Adicionalmente, se puede observar una pigmentación sostenida en los tipos de piel más oscuros después de exponerse a la luz visible, esto debido a la activación de la tirosinasa como un efecto posterior a esta vía<sup>45</sup>.

En conjunto, los datos demuestran cómo contribuye la luz visible al fotoenvejecimiento, a través de la generación de especies reactivas de oxígeno, daños en el ADN y cambios pigmentarios. Los efectos diferenciales de luz visible en los tipos de piel resaltan la importancia de continuar con la investigación sobre el fotoenvejecimiento de la piel de color<sup>45</sup>.

A pesar de que el diagnóstico del fotoenvejecimiento es un proceso clínico, realizar un examen que muestre los cambios histológicos asociados a este proceso puede ayudar a comprender de una mejor manera en qué consiste este <sup>45</sup>.

Una de las características histológicas más importantes de la piel que presenta fotoenvejecimiento en los fototipos de piel más clara es la elastosis solar. Esto se caracteriza por un aumento del depósito de fibras de elastina anormales y degradadas, así como productos de descomposición del colágeno en la dermis <sup>45</sup>.

Clínicamente, esto se manifestará como arrugas, que serán el resultado de la pérdida de la integridad estructural dérmica normal. La piel fotoenvejecida muestra una apariencia menos compacta y más desorganizada, con una pérdida del colágeno dérmico normal y un aumento de glicosaminoglicanos, que no pueden hidratar correctamente la piel debido a que interaccionan con una acumulación de material elástico. Por otro lado, las áreas de piel fotoprotectidas se caracterizan por tener un predominio de fibras de elastina intactas de mayor tamaño, ya que la pequeña cantidad de fragmentos de elastina se degrada con mayor facilidad <sup>45</sup>.

Las características histológicas observadas en la piel de color fotoenvejecida incluyen aplanamiento total de las crestas interpapilares y una densidad reducida de fibras de elastina y colágeno fibrilar. Estos cambios estructurales comparten algunas características en común con el fotoenvejecimiento en tipos de piel más claros, proceso que se caracteriza por atrofia epidérmica, desorganización arquitectónica (adelgazamiento de la capa espinosa, aplanamiento de la unión dermoepidérmica) y atipia de queratinocitos <sup>45</sup>.

En el fotoenvejecimiento, también se observan cambios pigmentarios y vasculares. La pigmentación desigual de la piel, es decir, hiperpigmentación o hipopigmentación, es un resultado de la distribución desigual de los melanocitos en la epidermis como respuesta a la exposición solar. Los lentigos solares pueden formarse a partir del aumento de melanosomas dentro de los queratinocitos, mientras que la hipomelanosis puede ser un resultado tanto de la disminución de la producción de melanina como de la disminución del número de melanocitos funcionales <sup>45</sup>.

El mejor método para minimizar los efectos del fotoenvejecimiento es la prevención. El personal de salud debe aconsejar a los pacientes de todos los tipos de piel sobre cómo minimizar la exposición al sol durante las horas en que es más peligrosa la exposición a la radiación solar (utilizar ropa que brinde protección, anteojos solares y, principalmente, protectores solares de amplio espectro SPF30 o superior)<sup>45</sup>.

Para los pacientes que ya han experimentado fotodaño, el tratamiento de primera línea que se ha estudiado incluye retinoides tópicos y existen opciones adicionales, las cuales incluyen inyectables como toxina botulínica, rellenos de tejidos blandos, asimismo, exfoliaciones químicas y rejuvenecimiento con láser<sup>45</sup>.

Al tener una exposición crónica a la radiación, se induce un daño en el ADN mitocondrial y nuclear, además de un estrés oxidativo en las células de la piel. Todo esto puede llegar a progresar a un fotoenvejecimiento o incluso hasta un cáncer en la piel<sup>46</sup>.

El cáncer de piel es la neoplasia maligna que mayormente afecta a los humanos y representa alrededor del 40% del total de casos de cáncer en todo el mundo. Se clasifica en cánceres de piel no melanoma (NMSC) que incluyen carcinoma de células basales (BCC) y carcinoma de células escamosas (SCC), así como los melanomas que se derivan de melanocitos<sup>46</sup>.

El carcinoma basocelular es la variante más frecuente del cáncer de piel. Así como el nombre lo indica, este tiene su origen en la capa basal de la epidermis y sus apéndices. Este se caracteriza por tener un crecimiento lento, es localmente invasivo y destructivo, y presenta un bajo potencial metastásico. La mayoría de los factores de riesgo tienen una relación directa con los hábitos de exposición y susceptibilidad del paciente a la radiación solar<sup>47</sup>.

El segundo más frecuente después del carcinoma basocelular es el carcinoma epidermoide o espinocelular y este es resultado de la transformación maligna de los queratinocitos de la epidermis y sus anexos. La exposición crónica a radiación UV representa el factor de riesgo más importante para desarrollar el carcinoma epidermoide. La radiación UV es capaz de inducir daño al ácido desoxirribonucleico (ADN), y esto lleva a una transformación de los queratinocitos, además de que se ve alterada la respuesta inmunológica de la piel, volviéndola más susceptible para la formación de tumores<sup>47</sup>.

El carcinoma epidermoide tiene un grado de malignidad intermedio entre el basocelular y el melanoma. Este crece rápidamente y, a diferencia del basocelular, puede llegar a ocasionar metástasis y ser incluso fatal. La prevención es un aspecto muy importante en un adecuado manejo del carcinoma espinocelular y esta prevención incluye la reducción en la exposición UV tanto artificial como solar, el uso de protector solar y el tratamiento oportuno de células precancerosas (queratosis actínicas)<sup>47</sup>.

El melanoma es la forma más peligrosa de cáncer cutáneo, se origina en los melanocitos (las cuales son las células productoras de pigmento), de origen neuro ectodérmico, que se ubican en diferentes partes del cuerpo, incluyendo piel, el iris y el recto. Semejan nevos y algunos incluso se originan de ellos. Existen cuatro tipos de melanoma, entre ellos, se encuentran los melanomas de extensión superficial, el melanoma nodular, el melanoma acral lentiginoso y el melanoma lentiginoso de mucosas. Finalmente, el incremento en la incidencia y mortalidad del melanoma parece ser debido al incremento en la exposición a la radiación UV en poblaciones que son genéticamente predisuestas<sup>47</sup>.

## **2.6 Fotoprotección tópica**

En los últimos años, el desarrollo de actividades tanto individuales como colectivas de la población bajo la exposición al sol, a veces en forma exagerada y sin protección adecuada, representa una de las principales causas de una gran cantidad de enfermedades de piel (fotodermatitis)<sup>48</sup>.

Muchas de las personas desarrollan sus actividades expuestas directa o indirectamente al sol. De esta manera, parte importante de la prevención del cáncer corresponde a las conductas de fotoprotección, como motivante por cambiar los hábitos de fotoexposición de la población en general<sup>48</sup>.

La patogenia de este daño cutáneo está fundamentada por el hecho de que la RUV es absorbida por el ADN, ARN, proteínas, lípidos de membrana y organelas celulares que están presentes en la piel y sistema vascular. El daño que se genera a partir de la radiación ultravioleta B (UVB) potencialmente muy dañina, la cual es absorbida por la capa de ozono en la estratosfera, se expresa como el causante del cáncer de piel, su envejecimiento

premature, la aparición de manchas y pecas, además de daño ocular; puede también causar inmunodepresión <sup>48</sup>.

Entre las patologías más frecuentes causadas por radiación solar, se describen las quemaduras solares, fenómenos de fotosensibilidad asociada a factores endógenos (porfirinas) o exógenos (cosméticos, medicamentos o plantas que pueden sensibilizar la piel al exponerse al sol), fotopigmentación o melasma, la erupción polimorfa solar, prurigo actínico; además de agravación de patologías como enfermedades autoinmunes (Lupus eritematoso), pelagra, infecciones como herpes simple (por efecto inmunosupresor), genodermatosis que se agravan como el albinismo oculocutáneo, xeroderma pigmentoso, neoplasias (carcinomas basocelular, espinocelular y melanoma), además de envejecimiento prematuro y enfermedades oculares. No obstante, el problema más grave asociado con la exposición excesiva a la radiación es el riesgo de melanoma (el más agresivo de todos los cánceres de piel) <sup>48</sup>.

Existe una amplia evidencia de que los protectores solares previenen la aparición de cáncer de piel. La mayoría de los estudios y datos recomiendan su uso como prevención del daño del DNA <sup>48</sup>.

A la piel llegan tres tipos de radiaciones solares: infrarrojos, luz visible y luz ultravioleta. Cada una de ellas tiene una acción diferente sobre la piel<sup>49</sup>.

La radiación infrarroja (IR): produce efectos caloríficos, provocando vasodilatación local y puede aumentar la sensibilidad de la piel a las radiaciones ultravioletas. Al mismo tiempo, es responsable de las insolaciones y los golpes de calor <sup>49</sup>.

La luz visible (VIS) modula funciones hormonales del organismo, el ritmo sueño-vigilia y el estado de ánimo, puede ser responsable de fenómenos de fotosensibilización, al estar expuestos a ella de forma crónica, puede también participar en el envejecimiento cutáneo <sup>49</sup>. La radiación ultravioleta se puede clasificar, a su vez, en ultravioleta A (UVA), ultravioleta (UVB) y ultravioleta C (UVC) <sup>49</sup>.

A continuación, se mencionan los efectos que tiene la radiación solar sobre la piel. Primeramente, la radiación ultravioleta, esta es emitida por el sol de forma que todos los seres humanos están expuestos a recibirla. La exposición a la luz solar ultravioleta tiene

consecuencias beneficiosas, como lo es la inducción de la síntesis de vitamina D, además, es adecuado su uso en fototerapia para el tratamiento de diversas enfermedades dermatológicas, inflamatorias y neoplásicas<sup>50</sup>.

Por su parte, la melanina que se sintetiza en los melanocitos es un pigmento de la piel que se encarga de la primera línea de defensa frente al daño de las radiaciones UV absorbiendo la radiación y disipándola como calor. Las radiaciones UV que escapan a la absorción de la melanina producen daño del ADN. Además, la absorción de las radiaciones UV puede inducir mutaciones del ADN, cuyo resultado podría acabar en una transformación maligna. El sistema inmune se activa para destruir esa transformación maligna inducida por radiación UV<sup>49</sup>.

La radiación por luz visible induce un aumento de la formación de radicales libres en piel humana *ex vivo*, según estudios tras irradiación con esta luz. Se ha observado que la irradiación con luz visible produce un aumento de la pigmentación en piel humana *in vivo*, lo que se confirma con recientes estudios que utilizaron una longitud de onda de entre 400 y 800 nm donde se observa un aumento en la pigmentación, sobre todo, en fototipos de piel oscura de IV a VI según la clasificación de Fitzpatrick<sup>49</sup>.

Además de las alteraciones que se describen respecto a las radiaciones UV, se ha observado que las radiaciones por infrarrojos (IR) también pueden producir daño sobre la piel que consiste en la alteración de la homeostasis normal de la matriz extracelular, degradando el tejido conectivo de la dermis y dando lugar a la formación de arrugas<sup>50</sup>.

La protección frente a la luz solar se debe al pigmento de la piel llamado eumelanina que no es suficiente para los fototipos de piel claros (I-III) que contienen, sobre todo, feomelanina, por ello es necesario complementarla con protectores solares, aún más durante el verano<sup>49</sup>.

Así mismo, es de gran importancia conocer el concepto de protector solar para distinguirlo del concepto de filtro ultravioleta. Protector solar es un producto comercial vendido a los consumidores para la protección de la piel humana de las radiaciones solares, generalmente UV que contienen uno o más filtros solares que pueden ser químicos u orgánicos, físicos o inorgánicos o ambos. Además, contienen otras sustancias que pueden ser

emolientes, preservantes, emulsificadores, fragancias y compuestos colorantes. Protectores solares de amplio espectro son aquellos que proporcionan protección UVA y UVB <sup>49</sup>.

Un producto que incluye el término “protector solar” en su etiqueta sugiere que es con la intención de prevenir, curar, tratar o mitigar enfermedades. Los ingredientes activos que contiene afectan la estructura o función del organismo, de forma que los rayos son absorbidos, reflejados o dispersados para evitar que produzcan daño en la piel como quemaduras solares o envejecimiento prematuro o incluso cáncer de piel <sup>49</sup>.

Por su parte, el filtro UV se refiere a un compuesto específico que impide el paso de la luz UV y pueden ser químicos (absorben rayos UV y los convierten en energía térmica) y físicos (reflejan los rayos UV). También se pueden nombrar como orgánicos e inorgánicos. Asimismo, se pueden encontrar en cosméticos y en la industria; para proteger los productos de la fotodegradación <sup>49</sup>.

La fotoprotección es la combinación de medidas que intentan minimizar los efectos no deseados de la radiación electromagnética. Esta protección puede ser natural y farmacológica tópica o sistémica, la más utilizada es la fotoprotección tópica orgánica e inorgánica, que posea un alto factor de protección solar. La fotoprotección se indica como un tratamiento en cualquier fotodermatosis, sin importar su origen. Existen casos como lo son los fototipos bajos, niños, receptores de técnicas estéticas, utilización de medicamentos foto sensibilizantes y pacientes que se encuentren inmunosuprimidos. Esta protección de la piel se vuelve en algo todavía más importante que para el resto de la población que no tiene ninguna de las características que se mencionan anteriormente (prevención primaria), y es una prevención secundaria en los casos de dermatosis fotoagravadas y en casos de fotoenvejecimiento y cáncer cutáneo<sup>50</sup>.

Los fotoprotectores son preparaciones que contienen filtros que reflejan o absorben las radiaciones UV para prevenir el daño de la luz solar sobre la piel. Estos se van a clasificar según los tipos de filtros que contienen, pueden ser químicos (orgánicos) o físicos (inorgánicos)<sup>51</sup>.

Los filtros químicos contienen componentes que absorben las radiaciones UVB a través de reacciones químicas que producen calor o subproductos de degradación. Esta

reacción se agota y, por este motivo, se debe de aplicar con frecuencia. Muchos de ellos se absorben a través de la piel y, actualmente, hay 28 filtros químicos aprobados en la UE<sup>51</sup>.

Por otro lado, los filtros físicos son compuestos minerales que reflejan y dispersan las radiaciones UV, como si hicieran un tipo de sombra sobre la piel. Los que más se utilizan son el dióxido de titanio y también el óxido de zinc. Los filtros inorgánicos se consideran más seguros y son los que más habitualmente se recomiendan, ya que no se absorben a través de la piel. Este tipo de filtros se puede utilizar de forma segura en niños y en mujeres embarazadas. No obstante, el principal inconveniente que tienen son sus características cosméticas, ya que, al aplicarlos, dejan la piel blanca y espesan las cremas dificultando extenderlas<sup>51</sup>.

La American Association of Dermatologist recomienda usar un fotoprotector de amplio espectro, con un factor de protección solar (SPF, las cuales son las siglas en inglés para *solar protection factor*) mayor o igual a 30. En la selección del producto más apropiado para cada persona, se debe tener en cuenta aspectos como el factor de protección solar, el espectro, la formulación, la sensibilidad de la piel y la edad del paciente<sup>51</sup>.

En cuanto al factor de protección solar, la efectividad de un fotoprotector se representa por el SPF. El valor del SPF es relación entre la cantidad de radiación UV necesaria para causar una quemadura solar en una piel con el fotoprotector solar aplicado y la cantidad de radiación UV necesaria para causar la misma quemadura, pero sin protector solar. Por lo tanto, al utilizar un protector solar con SPF 50, la quemadura no aparece hasta que haya sido expuesta 50 veces a la energía solar que normalmente provocaría una quemadura. Aun así, algunas personas interpretan de manera errónea que el factor de protección solar está relacionado con el tiempo de exposición segura al sol. Se debe tener en cuenta que la cantidad de energía solar a la cual se expone la piel no solo depende de la cantidad de tiempo a la que es expuesta al sol, sino también de otros factores como la hora del día a la que se expone<sup>51</sup>.

En general, en las horas centrales del día, el tiempo necesario para que se produzca una quemadura solar es menor que por la tarde; a pesar de que se esté utilizando la misma protección solar. También hay que recordar que la protección de los filtros solares no es lineal. Un SPF15 absorbe el 93% de las radiaciones UVB, mientras que un SPF30 el 97%. Si

se usa un SPF50, proporcionará una absorción del 1% adicional (98%). Actualmente, no hay datos que apoyen la utilización de un SPF superior a 50<sup>51</sup>.

Los fotoprotectores de amplio espectro son los que ofrecen protección suficiente frente a UVB, UVA2 y UVA1, ya que tanto UVB como UVA están implicados en el fotoenvejecimiento y la fotocarcinogénesis. En general, todos los filtros UVB ofrecen protección frente a los UVA2, pero solo hay tres sustancias que ofrecen fotoprotección frente a los UVA1 y son avobenzona, óxido de zinc y óxido de titanio<sup>51</sup>.

Cuando los protectores solares se exponen al agua o al sudor, su efectividad se ve disminuida. El término protector solar “resistente al agua” se usa para describir todos aquellos fotoprotectores que continuarán siendo efectivos 40-80 minutos después de nadar o sudar intensamente. Por este motivo, se recomienda repetir la aplicación del fotoprotector 40-80 minutos después de salir del agua<sup>51</sup>.

Las características cosméticas juegan un papel importante cuando los consumidores escogen un fotoprotector. En ese sentido, en los últimos años, los fabricantes han desarrollado formulaciones que resultan más agradables cosméticamente, con el objetivo de que se vea favorecida la adherencia a estos. Desde el punto de vista cosmético, las cremas se consideran más apropiadas para piel seca y los geles se recomiendan para zonas con pelo<sup>51</sup>.

El principal inconveniente de los fotoprotectores con filtros físicos han sido sus características cosméticas. Para mejorarlas, se han ido sustituyendo por filtros micronizados en forma de nanopartículas. Sin embargo, como el tamaño de las partículas es menor, se absorben con mayor facilidad y, por este motivo, actualmente hay cierta controversia sobre la seguridad de los preparados con nanopartículas<sup>51</sup>.

No se recomienda la utilización de cremas solares en bebés menores de 6 meses. Sin embargo, en caso de que no haya sombra o no se disponga de ropa de protección solar adecuada, se podría valorar un fotoprotector SPF15 en pequeñas áreas como la cara o las manos. En general, en esta población se recomienda la utilización de filtros físicos formulados sobre una base oleosa, esto porque ofrecen una protección de amplio espectro, son menos irritantes y no pasan a la sangre<sup>51</sup>.

Los fotoprotectores se deben aplicar de forma generosa y repetidamente en toda parte del cuerpo que vaya a estar expuesta al sol. Para conseguir el grado de fotoprotección que se describe en el envase, es necesario aplicar  $2\text{mg}/\text{cm}^2$  de fotoprotector, que en un adulto de peso estándar sería el equivalente a 6 cucharaditas de té o un vasito de 30 mL, incluso podría ser necesaria la aplicación de cantidades todavía mayores (45mL) para una protección óptima<sup>51</sup>.

Sin embargo, la realidad es que la mayoría de las personas no usan las cantidades de fotoprotector recomendado. Al no haber una relación lineal entre el SPF y la cantidad de fotoprotector aplicado (se estima que aplicar la mitad de la cantidad recomendada proporciona 1/3 del SPF), se recomienda usar siempre  $\text{SPF} > 30$  para compensar la carencia de producto. Alternativamente, también se ha propuesto aplicar el fotoprotector dos veces para asegurar que se aplica la cantidad de la crema adecuada<sup>51</sup>.

También es importante tener en cuenta en qué momento del día se aplica el fotoprotector. En general, se recomienda aplicarlo 15 o 30 minutos antes de la exposición al sol, esperar unos minutos (lo ideal sería unos 10-20 minutos) antes de vestirse y repetir la aplicación cada 2 horas<sup>51</sup>.

Los fotoprotectores solares presentan, en general, un buen perfil de seguridad. Aunque se han notificado reacciones alérgicas de contacto, dermatitis irritantes de contacto, reacciones fotoalérgicas y fototóxicas o urticaria de contacto asociadas a los diferentes ingredientes que contienen estos productos. Aun así, este tipo de efectos son poco habituales. La mayoría de los filtros UV que se sabe que pueden ser sensibilizadores de contacto, por ejemplo, el ácido para-aminobenzoico (PABA) o la 10-benzofenona, prácticamente ya no se utilizan. El oxibenzona es el filtro UVA más utilizado a nivel mundial y también se ha asociado a este tipo de reacciones. Sin embargo, la tasa estimada de sensibilización de contacto con productos que contienen oxibenzona es menor al 0,1%<sup>51</sup>.

Actualmente, no hay evidencia de efectos adversos sistémicos, relacionados con la absorción percutánea de los filtros UV. En cuanto a los filtros físicos o inorgánicos, estos no presentan una absorción sistémica significativa. Sin embargo, el uso de nanopartículas de dióxido de titanio y de óxido de zinc ha planteado dudas sobre su penetración percutánea y seguridad. Algunos estudios *in vivo* e *in vitro* muestran que estas nanopartículas aplicadas a

piel intacta no penetran más allá del estrato córneo o como mucho tienen una penetración dérmica insignificante. En general, se considera que ninguna de estas sustancias comporta efectos adversos cuando se utilizan como ingredientes en los fotoprotectores solares<sup>51</sup>.

En cuanto a la absorción sistémica de los filtros químicos u orgánicos a través de la penetración transdérmica, se ha de tener en cuenta que la información es limitada. Un reciente artículo publicado en la revista JAMA y patrocinado por la FDA ha estudiado la posibilidad y el grado de absorción percutánea de los diferentes compuestos utilizados en los fotoprotectores. Se trata de un estudio abierto, aleatorizado, con cuatro grupos y de diseño paralelo para determinar la sistémica de la avobenzona, la oxibenzona, el octocrileno y el ecamsule disponibles comercialmente en diferentes formulaciones (spray, loción, crema)<sup>51</sup>.

Un total de 24 voluntarios se aplicaron 2 mg de fotoprotector durante cuatro días. A todos los voluntarios, se les extrajeron 30 muestras de sangre durante 7 días para medir las concentraciones plasmáticas de los diferentes ingredientes. Se observó que todas las sustancias excedían el 0,5 ng/ml, que es el límite establecido por la FDA en estudios de toxicología para protectores solares. A pesar de estas observaciones, los autores concluyeron que, aunque son necesarios más estudios para determinar la importancia clínica de la exposición sistémica de estos ingredientes, es necesario que las personas no se abstengan de utilizar fotoprotectores<sup>51</sup>.

A principios del 2020, se ha publicado en la revista JAMA otro estudio relacionado a este tema. En este, se ha estudiado la penetración sistémica y la farmacocinética de la avobenzona, la oxibenzona, el octocrileno, el hemosalate, el octisalate y el octinoxate, disponibles en diferentes fotoprotectores, mimetizando el uso en la vida real<sup>51</sup>.

Cuarenta y ocho voluntarios sanos adultos se aplicaron 2 mg de fotoprotector por  $\text{mm}^2$  en el 75% de la superficie corporal, el día 1 del estudio solo una vez al día y, posteriormente, los días 2, 3 y 4 después de la ducha por la mañana cada dos horas un total de cuatro veces. Las concentraciones plasmáticas de las seis sustancias sobrepasaron ya en el día 1 del estudio, los 0,5ng/ml en todas las medidas. Además, estas concentraciones se mantuvieron por encima de este umbral después de 7 días en la mayoría de voluntarios<sup>51</sup>.

Es importante destacar que, en condiciones reales, es muy probable que la mayor parte de la población aplique tan solo el 25-50%, o incluso menos, de la cantidad de fotoprotector empleada en los estudios y con una frecuencia menor a las dos horas. Asimismo, estos estudios se basan en las concentraciones en sangre, pero no han evaluado el impacto clínico de estos resultados. Teniendo en cuenta la evidencia disponible actualmente y hasta que no se disponga de más información sobre los posibles riesgos de la absorción sistémica, las recomendaciones de uso de los fotoprotectores solares continúan estando vigentes. Sin embargo, en aquellas situaciones en las que los pacientes estén preocupados por la posible absorción sistémica, es posible recomendar los fotoprotectores con filtros físicos o inorgánicos (óxido de zinc y dióxido de titanio)<sup>51</sup>.

Uno de los efectos sistémicos de los filtros UV que más preocupa son los efectos hormonales o estrogénicos. En estudios *in vitro* o en modelos animales, se han observado estos efectos adversos con el octinoxato o la oxibenzona. Sin embargo, de momento no está del todo claro si la exposición a estas sustancias puede comportar una alteración hormonal o algún otro tipo de efecto adverso y, por este motivo, se deben interpretar con cautela las publicaciones al respecto<sup>51</sup>.

Otros aspectos por tener en cuenta sobre las radiaciones solares son los fármacos fotosensibilizantes; la fotosensibilidad causada por medicamentos se produce cuando un fármaco es capaz de absorber la radiación solar (generalmente la UVA), lo que provoca diferentes reacciones químicas. La fotosensibilidad se puede manifestar como una reacción fototóxica o excepcionalmente fotoalérgica. Además, se estima que hasta un 20% de las reacciones adversas por fármacos son reacciones de fototoxicidad o fotoalergia<sup>51</sup>.

Estas reacciones pueden ser producidas por el principio activo o por los excipientes tanto si se administran de forma tópica como sistémica. Además, como se menciona anteriormente, los fotoprotectores también pueden inducir este tipo de reacciones a pesar de que su frecuencia de aparición es muy baja<sup>51</sup>.

El 95% de las reacciones de fotosensibilidad por fármacos son fototóxicas. Se trata de una reacción no inmunológica que no requiere sensibilización previa. Es necesario que haya una alta concentración del fármaco en la piel donde se formen radicales libres que, combinados con oxígeno, generen anión superóxido y radical hidroxilo altamente reactivos

y citotóxicos. Esta reacción aparece después de unos minutos o algunas horas del contacto con el fármaco y es más frecuente en medicamentos administrados por vía oral. Se caracteriza por la presencia de edema, eritema, vesículas y ampollas con prurito, con una manifestación clínica parecida a las quemaduras producidas por la exposición excesiva al sol. Además, las lesiones se presentan en las zonas expuestas a la luz y se pueden revertir en 2 a 7 días después de suspender el fármaco<sup>51</sup>.

Las reacciones fotoalérgicas son reacciones de hipersensibilidad de tipo IV. Necesitan una exposición previa al fármaco fotosensibilizante y la transformación química de este por la radiación UV. El fármaco acontece un nuevo antígeno generando la reacción inmune. Son reacciones muy poco frecuentes, no dependen de la dosis del fármaco y presentan una respuesta tardía, entre 1 a 14 días post-exposición. Si la exposición es tópica, se produce una reacción inflamatoria de tipo eccematosa y si es sistémica, se produce una erupción o dermatitis de contacto<sup>51</sup>.

Pueden presentarse reacciones cruzadas entre fármacos similares y la sensibilización podría ser permanente. Los fármacos más implicados en este tipo de reacciones son los AINE y las fenotiazinas. Algunas cremas solares fotoprotectoras pueden producir también reacciones de este tipo. Además, los fármacos que son más implicados en este tipo de reacciones son los AINE, las fluoroquinolonas, las tetraciclinas, la hidroclorotiazida y el vemurafenib<sup>51</sup>.

Es importante tener en cuenta el riesgo potencial de aparición de este tipo de reacciones, sobre todo, en personas que se exponen crónicamente a la radiación UV. Por otro lado, en pacientes tratados a largo plazo con fármacos potencialmente fotosensibilizantes, hay que tener presente la posibilidad de efectos adversos cutáneos. A estos pacientes se les debe aconsejar evitar la exposición directa al sol y utilizar siempre una fotoprotección adecuada. En general, si los pacientes se protegen correctamente del sol, a menudo, no es necesario suspender los tratamientos fotosensibles<sup>51</sup>.

Paralejo A.<sup>52</sup> menciona que los fotoprotectores son productos cosméticos destinados a la aplicación de forma tópica para darle protección a la piel de las radiaciones incidentes. Los ingredientes activos que permiten esto son los denominados filtros solares o filtros ultravioleta. Además, existe una gran variedad de sustancias que pueden emplearse para el

fin de brindar protección a la piel, como lo son los de origen mineral y de origen orgánico; cada una de ellas tiene un espectro de absorción y características fisicoquímicas particulares. Con el fin de proporcionar una protección más completa, se recurre a combinar variedad de filtros solares. Además de la fotoprotección tópica, existen fórmulas que se denominan fotoprotectores orales; estas fórmulas son complementos alimenticios que funcionan como adyuvantes a la fotoprotección tópica.

Los filtros UV orgánicos (químicos) que se encuentran actualmente disponibles no son suficientes para proteger a la piel de los efectos de la luz visible, ya que estos actúan permitiendo la absorción de los rayos UV de alta energía. Mientras que los filtros inorgánicos (físicos), es decir, el dióxido de titanio y el óxido de zinc, modulan la penetración de los fotones UV en la piel mediante los procesos de reflexión, dispersión y absorción. La reflexión y la dispersión de los fotones de luz visible por los óxidos metálicos hacen que aparezcan de color blanco cuando son aplicados en la piel. Dicha situación puede resultar poco atractiva desde el punto de vista cosmético para las personas que lo utilizan, principalmente, para los de pieles más oscuras<sup>53</sup>.

En línea con lo anteriormente mencionado, un estudio realizado por Boukari et al.<sup>54</sup> en pacientes con melasma, demostró que los protectores solares tintados con óxidos de hierro pueden proporcionar protección contra longitudes de onda de luz visible, disminuyendo así la recaída de los mismos del melasma<sup>54</sup>.

La estrategia más importante para la fotoprotección son las modificaciones de comportamiento y hábitos relacionados con la exposición al sol a todos los niveles. El recurso de la sombra, la reducción del tiempo global del sol, especialmente en las horas del mediodía (12:00 a 16:00 horas) y la protección física (ropa, sombreros y gafas de sol) representan las mejores y menos costosas estrategias de fotoprotección. El protector solar debe incorporarse a la rutina diaria de todas las personas, con la puntualización de que el uso de agentes protectores solares está destinado a minimizar los daños de la RUV en la piel, pero no se debe utilizar como un medio para aumentar la duración de la exposición al sol<sup>55</sup>.

Varios estudios han demostrado que llevar ropa protectora puede disminuir el número de nevus melanocíticos adquiridos. Sin embargo, no todos los tejidos proporcionaron una fotoprotección adecuada. La protección UV proporcionada por la ropa depende del tipo y la

densidad del tejido, el color, el diseño y los procedimientos de acabado de fábrica. De este modo, la presencia de tintes, sobre todo, los de color oscuro, en una ropa gruesa aumenta de tres a cinco veces el grado de protección de un tejido<sup>56</sup>.

Existen escasos estudios que comparen la fotoprotección de la ropa normal con la de la ropa fotoprotectora. En general, esta última está diseñada para ser más ligera y transpirable, lo cual la convierte en la opción ideal en verano y en actividades físicas al aire libre<sup>55</sup>.

Los sombreros y las gorras proporcionan una buena pantalla física de fotoprotección para el rostro y el cuello. Alas pequeñas, menores de 2,5 cm; escasa protección y solo en algunas áreas faciales; mientras que alas anchas, mayores de 7,5 cm protegen la cara, pabellones auriculares y el cuello<sup>55</sup>.

Las gafas de sol protegen los ojos y áreas perioculares de los efectos dañinos de la RUV. Los pacientes deben tener en cuenta que las gafas de sol más oscuras no garantizan una protección UV ocular superior, ya que estas pueden provocar una mayor dilatación de las pupilas y una mayor exposición a los RUV<sup>55</sup>.

Los protectores solares funcionan al contener un ingrediente activo que absorbe la radiación solar en el rango de 290 a 400 nm. En la mayoría de los países, estos ingredientes están regulados como cosméticos, sin embargo, en Estados Unidos, Canadá y Australia, los protectores solares comerciales se consideran medicamentos de venta libre. En Estados Unidos, la Food and Drug Administration (FDA) regula los ingredientes activos de los productos de protección solar, determina los métodos de prueba directa y dicta los requisitos de etiquetado<sup>55</sup>.

El factor de protección solar es una medida de laboratorio de la eficacia del protector solar que se basa en el eritema. Es una medida de protección UVB. Se define como la proporción entre la menor cantidad de RUV requerida para producir un mínimo eritema en la piel protegida con protector solar (dosis eritematogénica mínima, DEM) y la requerida para producir un mínimo eritema en la piel protegida sin protección. No está relacionado con la duración de la exposición a los RUV. Además, la relación entre la protección FPS y UVB no es lineal: un FPS del 15 bloquea al 93% de los rayos UVB; un FPS de 30 el 97% y uno de 50 el 98% de los rayos UVB. La dosis DEM a UVB en niños es similar a la de los adultos<sup>55</sup>.

En los envases, el símbolo UVA aparece rodeado por un círculo e indica que cumple la recomendación europea, que sugiere un mínimo de 1/3 del FPS. También se expresa con cruces, a mayor número de signos, mayor protección<sup>55</sup>.

La fotoestabilidad es la ausencia de degradación de la molécula durante la exposición solar, lo que asegura una protección idéntica a lo largo del tiempo. La estabilidad fotoquímica es la característica más importante de un filtro UV efectivo, por dos motivos: por un lado, su debilitamiento, inducida por la luz, reduce su poder fotoprotector. Por otro lado, puede provocar fenómenos de fotoalergia y fototoxicidad, debido a la interacción de productos fotodegradados con excipientes del fotoprotector, componentes de la piel, formación de nuevas moléculas con propiedades toxicológicas desconocidas. Incluso, la fotoinestabilidad de un fotoprotector puede inducir la formación de radicales libres que pueden tener efectos tóxicos o mutagénicos sobre las células. Los filtros minerales son fotoestables y no se degradan con la exposición solar<sup>55</sup>.

La sustentividad o permanencia se refiere a la capacidad que tiene un protector solar para permanecer efectivo en presencia de condiciones adversas, principalmente, agua y sudor. La etiqueta “resistente al agua” (40 minutos) o “muy resistente al agua” (80 minutos) se proporciona para demostrar las pruebas reales de resistencia al agua que deben realizarse. Por su parte, la resistencia al sudor se mide antes y después de hipersudoración en un sauna<sup>55</sup>.

El vehículo del protector solar es crítico para su eficacia y absorción. La formulación de un protector solar está determinada, principalmente, por el sistema emulsionante. Los productos de emulsión como lociones, cremas y cremas de gel son los más populares. El tipo de emulsión puede ser aceite en agua (O/W oil/water) o agua en aceite (W/O water/oil) (fase externa oleosa). Normalmente, se prefieren los sistemas O/W debido a su sensación más ligera en la piel y no son comedogénicos. Sin embargo, la emulsión W/O es la formulación recomendada para los protectores solares para lograr una mayor resistencia al agua<sup>55</sup>.

Se han llevado a cabo gran cantidad de campañas para mejorar el conocimiento en este tema y, de esta forma, aumentar la adherencia a prácticas saludables de fotoexposición, sin embargo, el conocimiento no siempre va unido al establecimiento de rutinas adecuadas<sup>55</sup>.

En un estudio realizado a 887 estudiantes suizos, se comprobó que el conocimiento en fotoprotección y riesgos de exposición solar era adecuado, no obstante, las prácticas no se llevaron a cabo. En la mayoría de los casos, se achaca al olvido, además de que se tiene una actitud positiva hacia el bronceado<sup>55</sup>.

El uso de protectores solares en los padres es predictivo del uso en sus hijos y una actitud positiva hacia el bronceado está inversamente asociada a las medidas de protección solar tomadas por los niños. Pero incluso cuando se llega a aplicar el protector solar, la administración es inadecuada, tiene un grosor medio de  $0,48 \text{ mg/cm}^2$ , menos de una cuarta parte de la cantidad utilizada durante las pruebas de laboratorio de las cremas solares ( $2 \text{ mg/cm}^2$ ), lo que indica que el FPS en uso es menor de un cuarto del FPS en la etiqueta<sup>55</sup>.

Los programas escolares son clave para mejorar el comportamiento respecto a la exposición solar. En España, han logrado mejorar los conocimientos, las actitudes y, sobre todo, las prácticas de fotoprotección de los escolares, así como reducir las quemaduras solares en la población diana. Además, han demostrado ser las medidas más rentables<sup>55</sup>.

La OMS anima a los gobiernos a desarrollar políticas de fotoprotección para llevar a cabo en actividades en el exterior cuando la UVI es mayor o igual a tres. Asimismo, recomienda crear sistemas de evaluación con un reconocimiento público de aquellos centros con medidas adecuadas, para motivar a los centros escolares a promover la fotoprotección. La certificación en fotoprotección se ha iniciado en el ámbito escolar en países como Australia, Nueva Zelanda, Estados Unidos y Alemania con muy buena acogida y excelentes resultados<sup>55</sup>.

Existe la preocupación constante de que el uso de protector solar podría conducir al déficit de vitamina D (VD). Sin embargo, se ha comprobado que la exposición al sol suberitemal, con FPS 30 aplicado de manera habitual, permite obtener niveles plasmáticos de VD similares a los logrados sin fotoprotección en adultos sanos. La cantidad de exposición al sol necesaria para sintetizar VD adecuada depende del tipo de piel (fototipo), la hora del día, el mes del año y la latitud. Además, la duración necesaria en un individuo con piel oscura es aproximadamente 10 veces mayor que en individuos de piel clara. Por lo que se ha sugerido en distintos estudios que la exposición a luz solar durante cinco minutos a cinco horas por día puede ser suficiente para sintetizar el requerimiento diario de vitamina D<sup>55</sup>.

Por otro lado, un estudio piloto mostró que altas dosis de vitamina D3 oral (200.000 UI de colecalciferol) son beneficiosas para atenuar la respuesta a las quemaduras solares, probablemente por la regulación positiva de la expresión génica en la piel de la arginasa-1, la cual es antiinflamatoria<sup>55</sup>.

Un tema importante es el de la luz azul y visible de alta intensidad, ya que la luz está constituida por partículas electromagnéticas que se desplazan en ondas de longitud e intensidad variables. El ojo humano solo es sensible a una parte limitada del espectro, lo que se denomina luz visible y es lo que se ve como color. Además, los colores de las ondas más cortas como el azul corresponden a ondas de mayor intensidad energética<sup>55</sup>.

Cada vez es más habitual el uso de dispositivos electrónicos por parte de niños de todas las edades. El hecho de que la luz azul pueda afectar la salud está documentando en la literatura científica y será importante que se usen fotoprotectores específicos<sup>55</sup>.

El conocimiento que se ha adquirido sobre los efectos fotobiológicas de la luz visible ha estimulado el debate sobre la fotoprotección frente a la luz visible. Los filtros UV actualmente disponibles que se utilizan en los productos de protección solar constan de dos categorías: orgánicos e inorgánicos. Estos filtros están diseñados para absorber, dispersar y reflejar fotones UV con longitudes de onda de hasta 380nm, pero no están diseñados para reducir los efectos inducidos por luz visible<sup>56</sup>.

Los filtros inorgánicos se utilizan como partículas de un tamaño nanométrico, que minimizan el reflejo de la luz visible, lo que da como resultado la transparencia del producto final. Los términos “nanonizado” o “nanopartículas” también se utilizan para referirse a estas partículas. Una partícula de tamaño nanométrico significa que el tamaño de la partícula es inferior a 100 nm; una partícula de tamaño submicrónico está entre 100 y 1000 nm. Para que un agente tópico bloquee los efectos de la luz visible, el agente debe ser visible, que es la consecuencia del reflejo de los fotones de luz visible en la retina<sup>56</sup>.

La falta de protección contra la luz visible se observa regularmente en la práctica clínica. Los pacientes con melasma, liquen plano pigmentoso o hiperpigmentación posinflamatoria se quejan con frecuencia de un empeoramiento de su enfermedad con la exposición al sol, aunque se apliquen protector solar con regularidad. Los protectores solares

también son ineficaces para las fotodermatosis con espectros de acción en el rango de luz visible<sup>56</sup>.

El óxido de zinc y el dióxido de titanio son los únicos dos filtros inorgánicos incluidos en la monografía de protección solar de la Administración de Drogas y Alimentos de los Estados Unidos. Se utilizan como nanopartículas para minimizar la blancura cuando se aplican sobre la piel. Es debido a su relativa transparencia, por lo que estas nanopartículas no son efectivas para proteger contra el espectro de luz visible<sup>56</sup>.

Los protectores solares con color son productos que combinan una base de cobertura coloreada con filtros UV, el tinte se logra incorporando al producto final una mezcla de óxidos de hierro y dióxido de titanio pigmentario, los cuales son pigmentos que funcionan como filtros de luz visible, pero no funcionan como filtros UV. Los óxidos de hierro son pigmentos producidos a partir de sulfato ferroso y, dependiendo de su estado de oxidación, pueden aparecer de color amarillo, rojo o negro. El pigmento amarillo o rojo aparece como amarillo o rojo debido a la reflexión de las longitudes de onda correspondientes dentro del rango visible. Por su parte, la apariencia negra de un pigmento es causada por la absorción en toda la región visible, sin fotones reflejados en este dominio<sup>56</sup>.

Según el tono objetivo, el dióxido de titanio pigmentario (es decir, el dióxido de titanio que no es de tamaño nanométrico) es otro pigmento que se puede usar para brindar cobertura y opacidad. Parece blanco porque refleja todos los fotones en el rango de luz visible. Los tonos de los protectores solares con color se obtienen mezclando estos pigmentos. Dichos pigmentos no son considerados ingredientes activos por la Administración de Drogas y Alimentos; por lo tanto, se enumeran como ingredientes inactivos, sin el requisito de incluir los porcentajes de los mismos<sup>56</sup>.

La diferencia entre los protectores solares con y sin tinte es la presencia o ausencia de pigmentos de óxido de hierro/dióxido de titanio. Para adaptarse a la variedad de colores de piel de los pacientes, hay disponibles productos teñidos de diferentes tonos. El tono se obtiene mezclando los tres óxidos de hierro amarillo, rojo y negro con dióxido de titanio pigmentario, que ayuda a proporcionar cobertura y opacidad. Se han desarrollado productos de protección solar con color de diferentes tonos para individuos de todos los fototipos de piel Fitzpatrick (del I al IV). Además, para una misma base de protección solar, los tonos

claros y oscuros se mantienen mediante una combinación de diferentes cantidades de óxidos de hierro o dióxido de titanio pigmentario y diferentes proporciones de ellos <sup>56</sup>.

Kaye et al. <sup>56</sup> demostraron que los filtros solares con color que contienen óxidos de hierro y los filtros inorgánicos con dióxido de titanio u óxido de zinc redujeron la transmisión de la luz visible de manera más efectiva que los filtros solares sin color que contienen dióxido de titanio u óxido de zinc solo o productos que contienen filtros orgánicos. La transmitancia de luz visible disminuida en el primero se debe a los efectos sinérgicos de las propiedades de dispersión de luz visible del dióxido de titanio y las propiedades de absorción de luz visible de los óxidos de hierro.

Un estudio de espectroscopía *in vitro* realizado por Sayre et al. mostró que el óxido de hierro era superior al dióxido de titanio y el óxido de zinc para atenuar la transmisión de la luz visible. El talco proporcionó una absorción amplia, pero ineficiente en todo el rango de longitudes de onda evaluado <sup>56</sup>.

Por su parte, Martini et al. <sup>56</sup> compararon el perfil de absorción de un protector solar con color que contiene óxidos de hierro amarillo, rojo y negro y dióxido de titanio blanco con el mismo protector solar sin color. Como resultado, la adición de pigmentos de óxido de hierro y dióxido de titanio a la formulación promovió la absorción de luz visible.

Se ha estudiado la transmisión de la luz visible por filtros solares tintados de diferentes tonalidades. Bernstein et al. evaluaron la capacidad de atenuación de la luz visible de alta energía de una formulación en polvo desarrollada en cuatro tonos diferentes (claro, medio, oscuro y profundo), con los tonos más oscuros que contenían porcentajes más altos de óxidos de hierro. Todos los tonos atenuaron al menos el 93% de la luz visible de alta energía, y los tonos más oscuros aumentaron esa atenuación a más del 98% <sup>56</sup>.

Peres et al. <sup>56</sup> realizaron un estudio transversal para evaluar la transmitancia *in vitro* de la luz azul-violeta (400-500nm) entre los principales protectores solares brasileros. Los resultados mostraron que los protectores solares de la misma línea comercial, pero de distintas tonalidades, no diferían en su protección frente al espectro azul-violeta de la luz visible.

Un estudio de Chunnawong et al.<sup>56</sup> evaluó la contribución de una mezcla de pigmentos de óxido de hierro (amarillo, rojo y negro) a las propiedades fotoprotectoras del dióxido de titanio nanométrico (tamaño de partícula de 60 nm) y el dióxido de titanio pigmentario (tamaño de partícula de 300 nm). Demostraron que, para ambas preparaciones de dióxido de titanio, la adición de óxidos de hierro proporcionó una mayor protección contra la luz azul. También estudiaron el efecto del tamaño de las partículas en los espectros de transmitancia visible de los óxidos de hierro amarillo, rojo y negro. Compararon pigmentos de óxido de hierro de diferentes tamaños de partículas (200 nm, 1500 nm, 1700 nm y 3000 nm) y encontraron que los óxidos de hierro amarillo, rojo y negro de 200 nm brindaban una mejor protección en el espectro azul de la luz visible que los óxidos de hierro de 1500 a 3000 nm.

Para ampliar la gama de fotoprotección al espectro de luz visible, los protectores solares con color se han convertido en un sector de rápido crecimiento en el desarrollo de productos de protección solar, con una gran cantidad de productos que se encuentran disponibles en el mercado. Los protectores solares con color y las bases de maquillaje para mujeres que contienen óxido de hierro brindan protección contra la luz visible, se mezclan cosméticamente con el tono natural de la piel y tienen una apariencia estéticamente agradable<sup>56</sup>.

Un estudio de Boukari et al.<sup>56</sup> demostró que la fotoprotección con un filtro solar con color contra la radiación ultravioleta y la luz visible en pacientes con melasma prevenía mejor las recaídas que un filtro solar sin tinte que protegía solamente contra los rayos ultravioleta<sup>56</sup>.

De forma similar, Castanedo et al. descubrieron que un filtro solar de amplio espectro que contenía óxido de hierro era superior a un filtro solar de amplio espectro con filtro UV, solo cuando se usaba junto con hidroquinona para el tratamiento del melasma<sup>56</sup>.

Un consenso de fotodermatólogos brasileños concluyó que la adición de pigmentos de óxido de hierro aumenta la protección contra la luz visible que brindan los protectores solares inorgánicos<sup>56</sup>.

Dada la comprensión cada vez más en aumento de los efectos de la luz visible en la piel, es importante poner práctica a la fotoprotección contra esta banda de frecuencia, principalmente en pacientes que padezcan de alguna dermatosis que se ven agravadas o son inducidas por la luz visible<sup>56</sup>.

El uso de protector solar con color es una opción viable para esta población de pacientes. Un mejor conocimiento de las propiedades físicas y las interacciones de los óxidos de hierro, el dióxido de titanio pigmentario y los filtros UV, así como su impacto en la atenuación de la transmisión de la luz visible, permitirán mayores avances en la protección contra la luz visible. Por lo que es importante que los dermatólogos eduquen adecuadamente a los pacientes sobre la mejor forma de protegerse contra la radiación<sup>56</sup>.

Debido al aumento del interés actual por el mejor cuidado de la piel de las enfermedades cutáneas, se continúa con el desarrollo de filtros solares que tengan mejores características que los anteriores. Uno de los avances que más se destaca son los filtros nano particulares desarrollados que brindan características cosméticas mejoradas de filtros que se utilizaron con anterioridad. Es importante que se discuta el tema de fotoprotección, ya que este se encuentra en continuo desarrollo y es de gran relevancia conocer el estado actual del mismo, así como las posibles previsiones a futuro<sup>38</sup>.

## **2.7 Profesional en Farmacia**

Como lo establece el artículo 1 de la norma sobre el Perfil Profesional del Farmacéutico en el Sistema Costarricense de Información Jurídica<sup>57</sup>, el licenciado en Farmacia es un profesional del área de la salud, el cual se especializará en los medicamentos que se utilizan tanto en humanos como a los que se les da uso veterinario, además de otros productos que son de interés sanitario<sup>57</sup>.

El farmacéutico se encontrará capacitado para brindar servicios farmacéuticos como lo son la indicación de los medicamentos que consideren más adecuados para tratar algunas de las molestias que pueden presentar los pacientes, también la dispensación de los mismos, la aplicación, evaluación y optimización del uso de estos<sup>57</sup>.

El profesional en farmacia puede encargarse de la investigación, desarrollo, producción, control de calidad, regulación y la promoción de los medicamentos, así mismo

de cosméticos, productos de origen natural, también del equipo y material biomédico, así como de artículos farmacopeicos que le permitan ser miembro esencial del equipo de profesionales del área de la salud, tomar decisiones, ser comunicador, líder, administrador, estudiante y maestro que se comprometa con la investigación, la calidad y la excelencia profesional<sup>57</sup>.

Estos profesionales deben velar por el mantenimiento de la salud pública mediante lo que es la participación activa en la promoción de la salud y la prevención de enfermedades. Además, deben tener altos valores éticos y humanistas, con la finalidad de ofrecerle a las personas un servicio de calidad<sup>57</sup>.

## **2.8 Perfil profesional**

Como lo indica el SCIJ<sup>57</sup> en el artículo 3 de la norma sobre el Perfil del farmacéutico general, el profesional en el área de la salud, y específicamente el área de Farmacia, se encontrará en la facultad para laborar en cualquiera de las áreas generales de ejercicio profesional; en el área asistencial brindando información sobre medicamentos de forma objetiva y en tiempo útil, lo cual contribuye a una correcta selección y uso racional de medicamentos; así mismo, en el área industrial o también en regulación y política farmacéutica. Estas labores las puede realizar tanto en el sector público como en el privado, o bien, realizarlo en ambos sectores<sup>57</sup>.

## **2.9 Abordaje integral**

El concepto de salud como un beneficio a nivel particular, así como comunitario, lleva a establecer un sistema de salud al servicio de este concepto y también a poner en práctica políticas que lo faciliten, iniciando con un proceso de atención primaria que permita que los pacientes obtengan el beneficio de cuidar su salud. En este marco formal y normativo, el farmacéutico desempeña un importante papel como parte del sistema sanitario en conjunto con el resto de los profesionales del área de la salud<sup>58</sup>.

Teniendo en cuenta lo descrito anteriormente, el farmacéutico será una parte importante para educar al paciente en cuanto a temas de relevancia para su salud, ya que es el personal de primera línea que estará en contacto con los pacientes a diario. Al menos en el área de la farmacia de comunidad, donde estos pacientes asisten cotidianamente a pedir

asistencia por parte de los profesionales farmacéuticos para sus distintas interrogantes en cuanto a la mejoría de sus problemas de salud<sup>58</sup>.

Por esta razón, en el presente trabajo de investigación, se desea involucrar al profesional del área de farmacia en la educación de los pacientes en cuanto al tema de fotoprotección tópica, ya que es un tema al cual no se le ha prestado la suficiente importancia en años anteriores. Además, actualmente, debido al mayor acceso que se tiene en estas épocas a varias fuentes de información, se ha logrado visibilizar un poco más la importancia del cuidado de la piel y de la protección que se le debe brindar a diario, no solamente cuando vaya a existir exposición a la radiación solar. Es importante que se tome conciencia de que, ahora más que nunca, se tiene una mayor exposición a la radiación debido al uso tan constante que se le da a los dispositivos electrónicos, tanto durante el día como las horas nocturnas<sup>58</sup>.

## **2.10 Educación y promoción a la salud**

La salud es un derecho fundamental y un recurso en la vida diaria integral y psicosocial del ser humano, por lo tanto, las personas deben educarse en salud, porque, por medio de la educación, se promueve la salud mediante el compromiso de llevar una vida plena. La educación para la salud une dos ámbitos: la educación y la salud, porque se considera que una no puede existir sin la otra<sup>59</sup>.

Es necesario que la educación para la salud deba legislarse e incluirse en los diferentes niveles de enseñanza, ya que estos son lugares propicios para la implementación y la promoción de la salud; más aún, en el nivel universitario, donde se pueden fortalecer hábitos y estilos de vida saludable individual y colectiva. Para esto, es necesario que el profesorado sea capacitado para fortalecer los conocimientos teóricos y metodológicos<sup>59</sup>.

Educar para la salud es una estrategia útil para la promoción de la salud, ya que es un proceso de aprendizaje que informa, motiva y ayuda a la población y que tiene como meta la adecuación del comportamiento humano, los estilos de vida para mantener y mejorar la salud<sup>59</sup>.

La educación sanitaria consiste en conseguir que la población adquiera conocimientos básicos en cuestiones sanitarias, los cuales son necesarios para la prevención de enfermedades. Este es un proceso dirigido a promover estilos de vida saludables (hábitos,

costumbres, comportamientos), a partir de las necesidades específicas del individuo, familia o la comunidad. Desde ese punto de vista, la educación sanitaria comprende un conjunto de actividades educativas desarrolladas en procesos formales e informales que ejecutan permanentemente (con una educación continua) todos los actores como parte de las actividades institucionales<sup>60</sup>.

Actualmente, la Educación para la Salud (EPS) se considera como el proceso educativo para promover y educar en factores que inciden sobre la población en general y sobre cada individuo en particular, no solo consiste en enseñar conductas, sino motivar al cambio para crear comportamientos saludables<sup>60</sup>.

La Educación para la Salud es un proceso que informa, motiva y ayuda a la población a adoptar y mantener prácticas y estilos de vida saludables; defiende los cambios ambientales necesarios para facilitar esos objetivos y dirige la formación profesional y la investigación hacia esos mismos objetivos. Básicamente, es un proceso constructivo de promoción y cambios educativos enfocado a mejorar la salud de todas las personas<sup>60</sup>.

Los objetivos de la Educación para la salud son favorecer conductas positivas que dirijan a una vida saludable, lograr cambios medioambientales que ayuden a mejorar el entorno en el que viven las personas, así como hacer partícipes y responsables a los individuos de su proceso de autocuidado de su salud<sup>60</sup>.

Las actividades para lograr lo anterior tienen fundamento científico y metodologías, técnicas y herramientas didácticas específicas para generar un proceso educativo, algunas de ellas son mediante una educación personalizada de forma individual, o bien, de manera grupal y para abarcar a un mayor número de individuos generando procesos educativos para grupos poblacionales. Algunas de ellas son: sesiones educativas, talleres, orientación, consejería, actividades lúdicas, entre otras<sup>60</sup>.

La utilización de pantallas en horas laborales y extralaborales es imprescindible, razón por la cual se le debe dar la adecuada importancia a tomar medidas correctivas y preventivas para evitar posibles daños en la salud a futuro. Taverne et al.<sup>61</sup> realizan la sugerencia de que se utilicen las pantallas de visualización de datos a una distancia prudente durante un tiempo menor a tres horas.

Como lo describen los autores en la información que se mencionó con anterioridad, es difícil eliminar por completo el uso de los dispositivos electrónicos, ya que son parte importante de la vida, y facilitan la realización de muchos procesos diariamente, por ejemplo, el trabajo y el estudio, actividades que se deben realizar todos los días. Sin embargo, es posible disminuir los daños que esta radiación genera sobre la salud, en especial sobre la piel, ya que dicha radiación causa varios efectos a nivel de esta<sup>61</sup>.

Esta disminución de los daños se puede lograr, si las personas son realmente conscientes de los efectos que se pueden tener a futuro a causa de esta exposición que se tiene actualmente a todos los dispositivos emisores de radiación. Por eso, se desea proponer una guía en la que se pueda informar y educar al paciente en cuanto a fotoprotección, para así lograr que las personas estén enteradas de los beneficios que pueden traer a su piel, dándole una adecuada protección a esta y que así están disminuyendo la probabilidad de tener algún efecto negativo.

## **2.11 Guía técnica**

Una guía técnica se puede definir como un documento que proporciona a la población a la cual va dirigida, la información básica o instrucción sobre la realización de alguna habilidad o tarea especializada<sup>62</sup>.

Se tiene la creencia de que solo se debe utilizar protección tópica cuando se tendrá exposición a la luz solar; sin embargo, es importante que, aunque las personas vayan a estar dentro de sus hogares, siempre haya un uso de esta protección; debido a que no solo se exponen diariamente a la radiación solar, sino que también todos los días utilizan dispositivos electrónicos para trabajar, estudiar e incluso para tener momentos de ocio<sup>62</sup>.

Debido a lo anterior, en el caso de este trabajo de investigación, la guía que se desea proponer es sobre la importancia de la utilización de fotoprotección tópica, con la finalidad de brindarle a los usuarios una mejor educación sobre todos los beneficios y disminución de riesgos a la salud que pueden derivarse de un buen cuidado de la piel. Esto con la ayuda del conocimiento que posee el profesional en el área de farmacia y la cercanía que este tiene con los pacientes, para que sea una forma más fácil de llegar a estos y que haya un mejor manejo

de toda la información disponible; la cual, probablemente, muchos usuarios desconocen en la actualidad.

## **CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO**

### **3.1 Enfoque de la investigación**

El enfoque que se le desea dar a la investigación es de tipo cualitativo. Dicho enfoque utiliza la recolección y análisis de los datos para afinar las preguntas de investigación o revelar nuevas interrogantes en el proceso de interpretación; es así que el investigador utiliza técnicas para recolectar datos, como la observación no estructurada, entrevistas abiertas, revisión de documentos, discusión en grupo, evaluación de experiencias personales, registro de historias de vida e interacción e introspección con grupos o comunidades<sup>66</sup>.

Lo mencionado anteriormente se ve aplicado en la presente investigación, ya que se permite la recolección de datos referente al tema mediante la revisión de artículos y documentos que amplíen más el conocimiento sobre la importancia del uso de protección solar en prevención de los posibles daños a la salud que puede ocasionar la exposición a la radiación que emiten dispositivos electrónicos.

### **3.2 Tipo de investigación**

Se realiza un estudio descriptivo de revisión bibliográfica basado en evidencia existente sobre los efectos que puede producir la exposición a radiación por luz visible y luz azul en la piel de las personas; además de determinar, mediante el consejo del profesional farmacéutico, el adecuado uso de la fotoprotección para así informar a la población de la importancia del uso de este.

El objetivo de esta revisión es prevenir los riesgos a la salud de la piel derivados de la radiación por luz visible y luz azul que emiten los dispositivos electrónicos, mediante el consejo profesional farmacéutico, con la propuesta de una guía técnica sobre el uso adecuado de la fotoprotección.

### **3.3 Fuentes de información**

Para sustentar esta investigación, se utilizan artículos científicos y bases bibliográficas enfocadas en estudios sobre los efectos de la radiación que emiten estos dispositivos de luz azul sobre la piel de las personas y sobre la importancia del uso de fotoprotección para una disminución de los efectos negativos de estos sobre la piel.

Es importante que, a la hora de realizar una revisión bibliográfica, esta sea de una forma selectiva, ya que no toda la información que se encuentra en internet es verídica y podría afectar de forma negativa el proceso de recolección de datos.

### 3.4 Población y muestra

El término “población” se define como el conjunto de elementos que son objeto de un estudio estadístico. Por otro lado, la “muestra” va a definirse como una parte de esta población descrita anteriormente, pero que es con la que realmente se realiza el estudio deseado<sup>67</sup>.

En este estudio, la población establecida son los regentes que trabajan en las farmacias de comunidad de Costa Rica y profesionales en el área de dermatología y dermocosmética. Se toma como muestra a ocho regentes de farmacias de comunidad de la provincia de Cartago para aplicarles una encuesta, asimismo, a una profesional en dermatología y a una farmacéutica especialista en el área de dermocosmética, para aplicarles una entrevista sobre el tema de fotoprotección

**Tabla 1. Criterios de búsqueda de la información**

En la tabla 1, se observan los criterios de búsqueda de información utilizados, tales como motores de búsqueda, período de estudio, según cada objetivo del estudio.

Objetivo	Descriptores	Motores de búsqueda	Período de estudio	Idioma
Identificar los principales riesgos a la salud que pueden derivarse de la radiación emitida por luz visible y luz azul.	Riesgos a la salud por radiación	Google Académico Elsevier Scielo Redalyc PubMed	2015-2022	Español/Inglés
	Luz visible	Google Académico Elsevier Scielo Redalyc PubMed	2015-2022	Español/Inglés
	Luz azul	Google Académico Elsevier Scielo Redalyc PubMed	2015-2022	Español/Inglés
Señalar la importancia del rol del farmacéutico y sus conocimientos en el consejo profesional para el abordaje integral	Profesional en farmacia	Google Académico Elsevier Scielo Redalyc	2015-2022	Español/Inglés

del usuario respecto del uso apropiado de foto protección tópica.		PubMed		
	Consejo profesional	Google Académico Elsevier Scielo Redalyc PubMed	2015-2022	Español/Inglés
	Abordaje integral	Google Académico Elsevier Scielo Redalyc PubMed	2015-2022	Español/Inglés
	Foto protección tópica	Google Académico Elsevier Scielo Redalyc PubMed	2015-2022	Español/Inglés
Proponer una guía técnica para educar e informar a los pacientes acerca de la importancia de la prevención de los riesgos a la salud derivados de la radiación emitida por luz visible y luz azul.	Guía técnica	Google Académico Elsevier Scielo Redalyc PubMed	2015-2022	Español/Inglés
	Prevención de riesgos a la salud	Google Académico Elsevier Scielo Redalyc PubMed	2015-2022	Español/Inglés

Fuente: elaboración propia, 2022.

### Tabla 2. Criterios de inclusión y exclusión

En la tabla 2, se mencionan los criterios de inclusión y exclusión utilizados para seleccionar los artículos.

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
Artículos sobre radiación por luz visible y luz azul emitida por dispositivos electrónicos.	Artículos relacionados a efectos de la radiación por luz visible y luz azul en la salud óptica.

Artículos sobre estudios realizados acerca de los efectos en la piel a causa de la radiación por luz visible y luz azul emitida por dispositivos electrónicos.	Artículos relacionados a efectos de la radiación por luz visible y luz azul en la salud óptica
Artículos sobre el adecuado uso de foto protección.	

Fuente: elaboración propia, 2022.

**Tabla 3. Clasificación de la información según nivel de evidencia**

Nivel de evidencia	Tipo de estudio	Cantidad según tipo de estudio	Cantidad según nivel de evidencia	Porcentaje
2	Revisión sistemática	1	1	5
3	Revisión sistemática de estudios observacionales	8	8	40
4	Estudios transversales	3	5	25
	Estudios prospectivos	1		
	Estudios epidemiológicos transversales	1		
5	Revisión bibliográfica	6	6	30
<b>Total.....</b>		<b>20</b>	<b>20</b>	<b>100%</b>

Fuente: elaboración propia, 2022.

**Tabla 4. Variables de investigación**

En la tabla 4, se mencionan las variables de investigación según su respectivo objetivo.

Objetivos	Variable	Concepto	Indicador	Instrumento o técnica
-----------	----------	----------	-----------	-----------------------

Identificar los principales riesgos a la salud que pueden derivarse de la radiación emitida por luz visible y luz azul.	Riesgos a la salud derivados de la radiación por luz azul y luz visible.	Afecciones en la piel y cambios a nivel celular que se producen por la radiación por luz visible y luz azul.	Manifestaciones en la piel	Revisión bibliográfica y documental
Señalar la importancia del rol del farmacéutico y sus conocimientos en el consejo profesional para el abordaje integral del usuario respecto del uso apropiado de foto protección tópica.	Rol del farmacéutico y sus conocimientos en el consejo profesional.	Abordaje integral del usuario respecto del uso apropiado de la foto protección tópica.	Uso apropiado de la foto protección tópica.	Revisión bibliográfica y documental
Proponer una guía técnica para educar e informar a los pacientes acerca de la importancia de la prevención de los riesgos a la salud derivada de la radiación emitida por luz visible y luz azul.	Educar e informar a los pacientes sobre prevención de riesgos derivados de radiación por luz visible y luz azul.	Propuesta de una guía técnica sobre foto protección	Mejor uso de la foto protección por parte de los usuarios	Revisión bibliográfica y documental

Fuente: elaboración propia, 2022.

### **3.5 Descripción del procedimiento de recolección y análisis de datos**

Con el fin de darle respuesta a los objetivos del presente trabajo de investigación, se realiza una revisión bibliográfica y documental en artículos y fuentes de internet que sean confiables. Además, se aplican entrevistas a profesionales en el tema con el fin de obtener el contenido necesario para un mejor conocimiento sobre este y realizar las respectivas tablas de evidencia.

Cuando se obtenga toda la información que se indica en los objetivos específicos, se procede a realizar una propuesta de guía técnica que sea de ayuda para informar y educar a la población con respecto al tema de la importancia de la fotoprotección para evitar posibles riesgos en la salud derivada de la radiación por luz visible y luz azul emitida por dispositivos electrónicos de uso cotidiano.

### **3.6 Descripción de instrumentos y técnicas**

El instrumento utilizado para llevar a cabo la investigación es la recolección de datos mediante una revisión bibliográfica y entrevistas a profesionales de la salud, como lo son regentes, una farmacéutica especialista en dermocosmética y una dermatóloga. Posteriormente, se emplean tablas de evidencia con el fin de mostrar la información recolectada para un mejor entendimiento de esta.

## **CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS**

En este capítulo, se muestran los resultados obtenidos en esta investigación, a partir de una encuesta aplicada a ocho regentes farmacéuticos de distintas farmacias; a quienes se les evaluó mediante una serie de preguntas, su conocimiento respecto a algunos aspectos de fotoprotección. Además de esto, se pretendía conocer su opinión sobre si considerarían adecuado que se realice una guía que les permita a ellos como profesionales de la salud, dar un mejor asesoramiento a los pacientes en cuanto al tema de la protección de la piel y sobre los problemas que pueden surgir de la exposición continua a los distintos emisores de radiación, sin la correcta protección para el caso.

Para la siguiente parte, se realizó una entrevista a dos profesionales en temas de la piel y productos dermatológicos; las cuales fueron una dermatóloga especialista en piel y una farmacéutica especialista en dermocosmética. Quienes brindaron su conocimiento para dar respuesta a algunas interrogantes de este trabajo y así también iniciar la guía técnica sobre fotoprotección para regentes farmacéuticos.

#### **4.1 Importancia del consejo profesional farmacéutico para el abordaje integral del usuario respecto del uso apropiado de fotoprotección tópica**

En este apartado, se da respuesta a uno de los objetivos del presente trabajo de investigación, el cual indica la importancia que tiene el consejo y el asesoramiento por parte del farmacéutico, para una mejor utilización de la fotoprotección tópica por parte de los pacientes que acuden a consulta a las farmacias de comunidad.

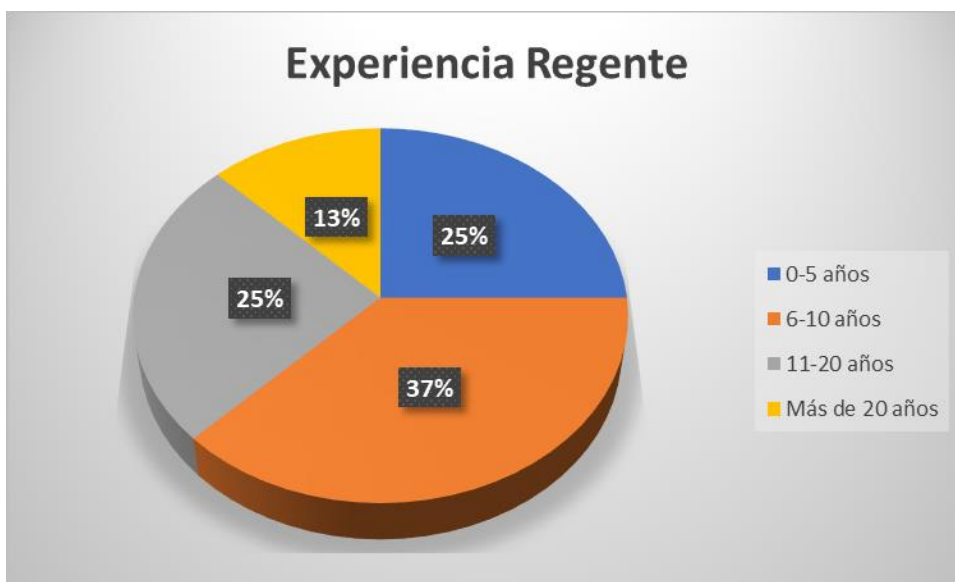
Esto debido a que la educación al paciente es un punto muy importante para evitar que cometa errores, en cuanto a cómo debe administrarse su medicación y, en este caso, cuál es la manera correcta de utilizar el fotoprotector solar diariamente. Los farmacéuticos cumplen una gran labor, ya que son la primera línea de atención al paciente y deben estar preparados, así como tener el conocimiento adecuado para poder abordar las dudas de los pacientes que acuden a las farmacias de comunidad y darles un buen asesoramiento para que estén lo más informados que sea posible.

A continuación, se analizan las preguntas de una encuesta aplicada a ocho regentes farmacéuticos de distintas farmacias:

#### 4.1.2 Tiempo ejerciendo la profesión de regente farmacéutico

En las encuestas aplicadas a los regentes farmacéuticos, se puede observar, en el gráfico 1, que la mayoría de la población entrevistada pertenece al grupo de 6 a 10 años de ser regentes de farmacias de comunidad, representando esto un 37% de la población que se encuestó; o sea, esto representa a tres de los ocho regentes encuestados. Seguido por igual cantidad de regentes que llevan de 0 a 5 años de experiencia y de 11 a 20 años de experiencia; lo cual representa dos regentes para cada grupo mencionado. Por último, el 13% restante, que representa a los que tienen experiencia de más de 20 años en el área de regencia farmacéutica, está conformado por uno de los ocho regentes encuestados.

**Gráfico 1. Experiencia del regente**

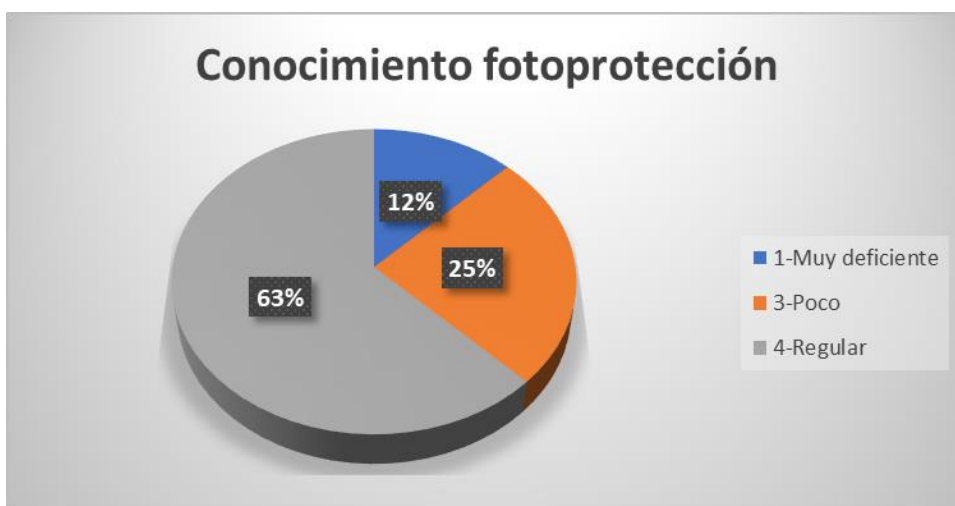


Fuente: elaboración propia a partir de encuestas aplicadas a regentes de farmacias de la provincia de Cartago, 2022.

### 4.1.3 Conocimiento por parte del regente sobre el tema de fotoprotección

Según las encuestas realizadas a los regentes de comunidad, como se observa en el gráfico 2, el 63% de la población encuestada posee un conocimiento regular en cuanto al tema de fotoprotección; esto representa a cinco regentes de los ocho encuestados. El 25% posee poco conocimiento, lo cual representa a dos de los regentes encuestados y el 12% posee un conocimiento deficiente del tema, lo que representa a uno de los regentes encuestados. Asimismo, de los ocho entrevistados, solo uno de ellos indicó estar satisfecho con su conocimiento actual sobre el tema, ya que fue el único de los encuestados que mencionó haberse capacitado en la universidad y seguir estudiando actualmente sobre el tema por decisión propia, además de las actualizaciones que le brindan los visitantes médicos que se presentan a la farmacia en la que él regenta.

**Gráfico 2. Conocimiento del regente sobre el tema de fotoprotección**



Fuente: elaboración propia a partir de encuestas aplicadas a regentes de farmacias de la provincia de Cartago, 2022.

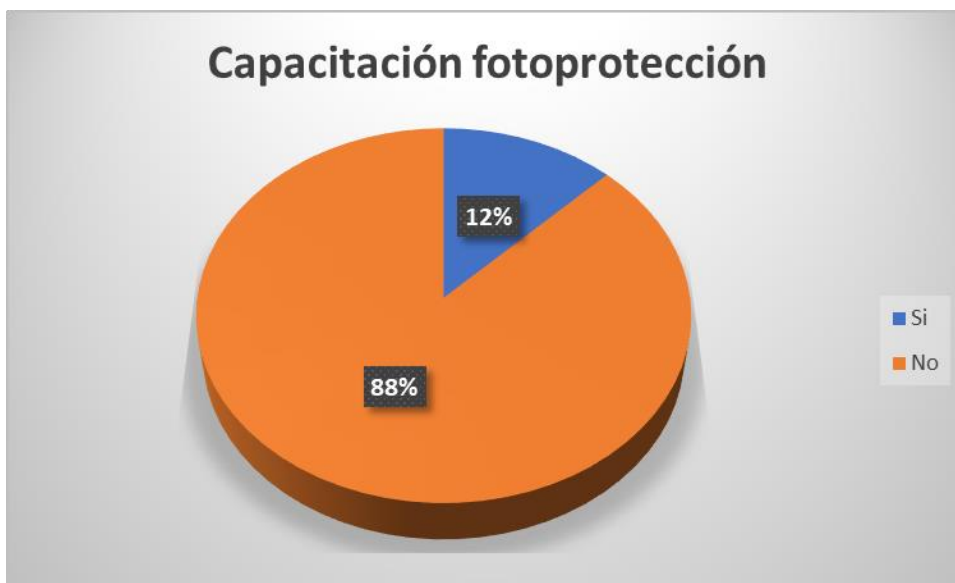
### 4.1.4 Capacitación universitaria sobre el tema de fotoprotección

Se observa en el gráfico 3, que el 88% de la población encuestada (es decir, siete regentes encuestados) indica no haber recibido ninguna capacitación respecto al tema de fotoprotección y solo el 13% de la población encuestada, o sea, uno de los regentes, indicó

haber recibido este tipo de capacitación por parte de La Roche, cuando se encontraba estudiando en la universidad. Lo que indica que hace falta mayor conocimiento por parte de los regentes sobre el tema de fotoprotección, el cual podría brindarse en las universidades como un curso opcional, ya que no todos los estudiantes de farmacia van a dedicarse a estar de cara al público. Sin embargo, es importante que los que sí lo van a estar, se encuentren informados sobre todos los productos que tienen en su farmacia y puedan asesorar bien a sus pacientes en el momento en el que estos lleguen a consultar por alguno de ellos.

Además de cursos opcionales en las universidades, sería muy beneficioso que los regentes asistan a capacitaciones sobre estos temas, y que aborden cualquier duda que tengan con los visitantes médicos que llegan a hablar de los productos de sus respectivos laboratorios fabricantes. Así mismo, que los laboratorios fabricantes también realicen capacitaciones que les permitan a los regentes asistir y poder adquirir un mayor conocimiento.

**Gráfico 3. Capacitación del regente sobre el tema de fotoprotección**



Fuente: elaboración propia a partir de encuestas aplicadas a regentes de farmacias de la provincia de Cartago, 2022.

#### 4.1.5 Tiempo adecuado de replicación de la fotoprotección

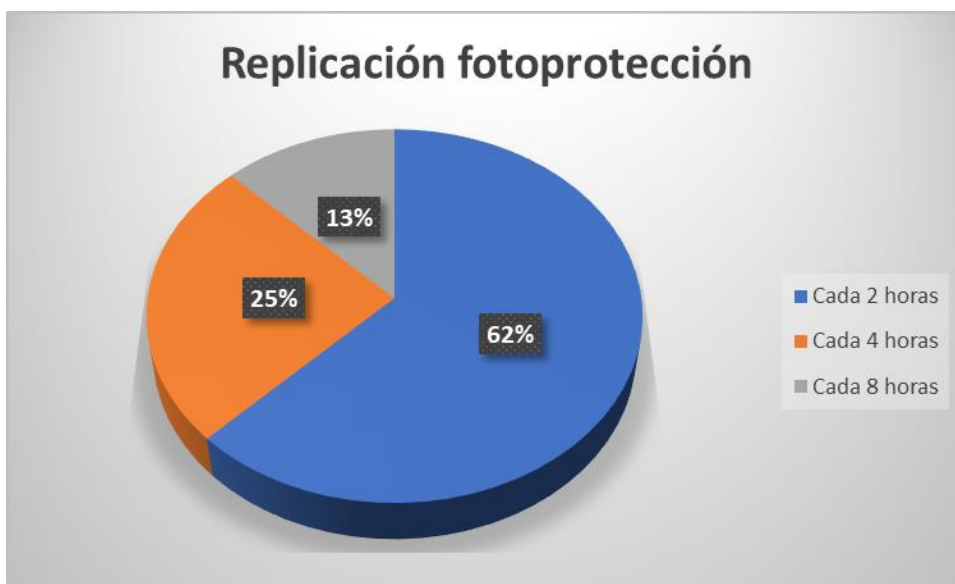
En el gráfico 4, se puede observar que el 62% de la población entrevistada indicó que debe haber una reaplicación del fotoprotector cada 2 horas; sin embargo, el 25% indica que este debe ser reaplicado cada 4 horas y el 13% considera que debe ser replicado cada 8 horas.

Esto se le consultó a la dermatóloga especialista en piel, a quien se le aplicó la entrevista y ella indicó que lo correcto es realizar la reaplicación del fotoprotector cada 2 horas para una adecuada protección de la piel.

Según los autores Guerra et al.<sup>63</sup>, en su artículo *Indicaciones y Aplicaciones de la fotoprotección*, comentan que las normas adecuadas de aplicación del fotoprotector deben contener:

- Iniciar la aplicación 15 minutos antes del inicio de la exposición solar.
- Repetir la aplicación cada 2 o 3 horas, en función de la capacidad de permanencia activa del principio usado.
- Aplicar la cantidad suficiente. La cantidad ideal de fotoprotector aplicada es de 2 ml/cm<sup>2</sup> o 2 mg /cm<sup>2</sup>.

**Gráfico 4. Tiempo de replicación de fotoprotección**



Fuente: elaboración propia a partir de encuestas aplicadas a regentes de farmacias de la provincia de Cartago, 2022.

#### **4.1.6 Nivel de importancia del uso de fotoprotección diario**

La mayoría de los entrevistados (el 88%) considera que es de gran importancia el uso diario de fotoprotección, incluso al estar dentro de los hogares o lugares de trabajo, porque, aunque no se está directamente expuesto a la radiación, siempre hay ventanas y dispositivos electrónicos que emiten radiación a la piel y puede llegar a provocar problemas en ella o empeorar ciertas enfermedades que el paciente ya presente.

Debido a la pandemia, fue necesario realizar ciertos cambios en el modo en el que se realizaban las actividades diarias: trabajo, clases, reuniones, entre otras, y gracias a la tecnología, fue posible realizar muchas de estas actividades de manera virtual. Sin embargo, esto incluyó un mayor tiempo frente a pantallas, lo que derivó la pregunta de si existe algún efecto negativo en la piel al estar tanto tiempo frente a estos dispositivos emisores de luz azul<sup>64</sup>.

Para comprender esto, se debe hablar sobre radiación en general. La radiación solar, y particularmente la radiación ultravioleta, aún se considera como la principal causa del envejecimiento de la piel; este fenómeno se conoce como fotoenvejecimiento. Los efectos carcinogénicos de la exposición al sol también están bien establecidos e históricamente se atribuyeron al daño directo del ADN causado por la exposición a rayos ultravioleta B (280 a 315 nm). Más recientemente, los efectos carcinogénicos de la luz ultravioleta A (315 a 400 nm) de longitud de onda más larga, que daña la piel indirectamente a través de la producción fotosensibilizada de especies reactivas de oxígeno, se han aceptado igualmente como mecanismo independiente de daño cutáneo<sup>64</sup>.

En el espectro de luz visible (400 a 700 nm), la luz azul (400 a 495 nm) representa la luz visible de alta energía asociada con alta energía de fotones. La mayor parte de la luz azul proviene del sol, pero parece que cada vez las personas están más expuestas a fuentes de luz artificial, esto incluye a los dispositivos electrónicos que emiten cantidades significativas de

luz azul. Más específicamente, se ha demostrado que la luz visible de alta energía induce signos de fotoenvejecimiento cutáneo *in vitro*, *ex vivo* e *in vivo*<sup>64</sup>.

Durante las últimas décadas, debido a las consecuencias inevitables de la industrialización, la vida moderna y los cambios importantes en el estilo de vida, los seres humanos no están expuestos a niveles adecuados de luz natural durante el día y, por el contrario, están sobreexpuestos a niveles relativamente altos de luz artificial por la noche<sup>64</sup>.

Se han realizado varios estudios para definir el efecto de la luz azul emitida por los dispositivos electrónicos en las células de la piel humana; por ejemplo, se ha demostrado que la irradiación de queratinocitos HaCaT con luz azul de  $41,35 \text{ J cm}^{-2}$  de longitud de onda de 453 nm conduce a un rápido aumento de especies reactivas de oxígeno después de una hora. Otros estudios han encontrado que la luz azul induce estrés oxidativo a través de la fotorreducción de flavinas intracelulares y que los queratinocitos humanos normales muestran rápido aumento de especies reactivas de oxígeno intracelulares tras la irradiación con luz azul<sup>64</sup>.

La luz azul derivada de la exposición solar puede inducir hiperpigmentación potente y duradera en personas de piel oscura, ya que los melanocitos detectan esas longitudes de onda directamente a través de la activación de un sensor específico llamado opsina-3, el cual conduce a la fosforilación del factor de transcripción asociado a microftalmia, dando como resultado el aumento de las enzimas de melanogénesis, tirosinasa y dopacromo tautomerasa<sup>64</sup>.

Las opsinas comprenden una familia de receptores acoplados a proteínas G activados por la luz, que cumplen numerosas funciones visuales y no visuales. La opsina-3 está altamente expresada en melanocitos productores de melanina epidérmica humana, que brindan protección contra la radiación ultravioleta. Además, las opsinas median las respuestas celulares a distintas longitudes de onda de luz visible y ultravioleta. Por su parte, la opsina-3 regula la actividad de los melanocitos a través de los receptores de melanocortina 1 y es responsable de la hiperpigmentación persistente inducida por las longitudes de onda azules de la luz visible<sup>64</sup>.

La melanogénesis inducida por la opsina-3 resulta de una serie de eventos que conducen, finalmente, a un aumento de las enzimas de melanogénesis. La luz azul induce la formación de un complejo proteico relacionado con la tirosinasa, principalmente, en melanocitos de piel oscura (fototipos de piel III, IV, V y VI), lo que da como resultado hiperpigmentación de larga duración después de la irradiación con luz azul en esta población<sup>64</sup>.

Normalmente, el rostro está expuesto a la luz azul emitida por las pantallas de dispositivos (teléfonos celulares, computadoras, televisores, entre otros). Este tipo de luz azul, por lo general, cubre un espectro de 420 a 490 nm, con un pico de emisión entre 440 y 460 nm, dependiendo del dispositivo<sup>64</sup>.

En un estudio realizado con 12 pacientes con melasma (fototipos III y IV) con edad media de 41 años, proyectando luz azul producida por un simulador solar de xenón filtrado para emitir el mismo espectro de las pantallas de los dispositivos electrónicos, en la mitad de la cara de los pacientes; concluyó que, a una distancia de 20 cm, el uso máximo de una pantalla de computadora de alta intensidad durante ocho horas por día durante un período de cinco días no empeora las lesiones del melasma<sup>64</sup>.

Este estudio tuvo pocos pacientes y el período de exposición fue muy corto, por lo que resultó difícil generar conclusiones al respecto. No obstante, en el caso del melasma, la piel es más sensible a los desencadenantes externos y se ha demostrado que la luz azul emitida por los rayos solares promueve las recaídas. Varias líneas de evidencia sugieren que la producción de superóxido mediada por la luz azul podría contribuir significativamente al envejecimiento de la piel y la carcinogénesis<sup>64</sup>.

En el pasado, se consideraba que el espectro de radiación solar no ultravioleta no tenía efectos biológicos adversos relevantes en la piel; no obstante, actualmente, se sabe que esta suposición no era correcta, porque tales longitudes de onda impactan claramente en la piel y, por lo tanto, los filtros solares modernos deben ofrecer también protección contra la radiación ultravioleta A de onda larga y la radiación no ultravioleta; como la luz visible, la luz azul y el rayo infrarrojo<sup>64</sup>.

Los filtros ultravioleta orgánicos (químicos) funcionan permitiendo la absorción de rayos ultravioleta; pero estos ingredientes químicos, entre los cuales destacan la oxibenzona, octinoxato, homosalato, avobenzona y octocrileno, no presentan estudios que demuestren que tienen capacidad para atenuar la luz azul<sup>64</sup>.

Por otro lado, los filtros inorgánicos (físicos), es decir, el óxido de zinc y dióxido de titanio, modulan la penetración de fotones ultravioleta en la piel por reflexión, dispersión y absorción; ayudan a brindar protección limitada contra la radiación visible e infrarroja cercana, especialmente en longitudes de onda más largas. Además, se ha demostrado que el óxido de zinc, debido a su capacidad para bloquear un amplio espectro de longitudes de onda, especialmente longitudes de onda hasta un rango medio de 400 nm, desempeña un papel relevante en la atenuación de la luz azul<sup>64</sup>.

El óxido de hierro, el cual no está clasificado como filtro ultravioleta y tiene un color rojizo, se puede agregar a los filtros solares inorgánicos para mejorar la protección contra los rayos ultravioleta A y la luz visible. Recientemente, se ha demostrado que los óxidos de hierro brindan protección eficaz contra la luz visible de alta energía. Estos incluyen óxido de hierro rojo, óxido de hierro amarillo y óxido de hierro negro. Como los óxidos de hierro se utilizan para dar color a los protectores solares minerales, el uso de fotoprotectores minerales teñidos es más beneficioso que los productos no teñidos, ya que protegen contra los rayos ultravioleta y la luz visible<sup>64</sup>.

Así mismo, se ha demostrado que los protectores solares formulados con óxidos de hierro ayudan en el tratamiento del melasma y previenen la hiperpigmentación, incluidas las personas de piel oscura (fototipos de piel de Fitzpatrick IV-VI)<sup>64</sup>.

Es importante destacar que cada óxido de hierro tiene perfil de atenuación de la luz diferente en varios segmentos nanométricos del rango de luz azul. El óxido de hierro amarillo proporciona atenuación de la luz por debajo de aproximadamente 500 nm; mientras que el óxido de hierro rojo proporciona atenuación de la luz por debajo aproximada de 570 nm. Finalmente, el óxido de hierro negro proporciona protección en todo el espectro visible<sup>64</sup>.

Una combinación de estos óxidos de hierro, junto con óxido de zinc que proporciona atenuación mediante la dispersión entre 400 y 450 nanómetros, puede tener beneficio

complementario para inhibir de manera óptima la luz azul al máximo en el rango de 400 a 430 nm, lo que está implicado con mayor frecuencia en la melanogénesis. Por tanto, para proporcionar atenuación amplia y eficaz de luz visible de alta energía, es importante utilizar una mezcla construida de estos tres óxidos de hierro y óxido de zinc, además de antioxidantes avanzados que pueden brindar beneficio adicional<sup>64</sup>.

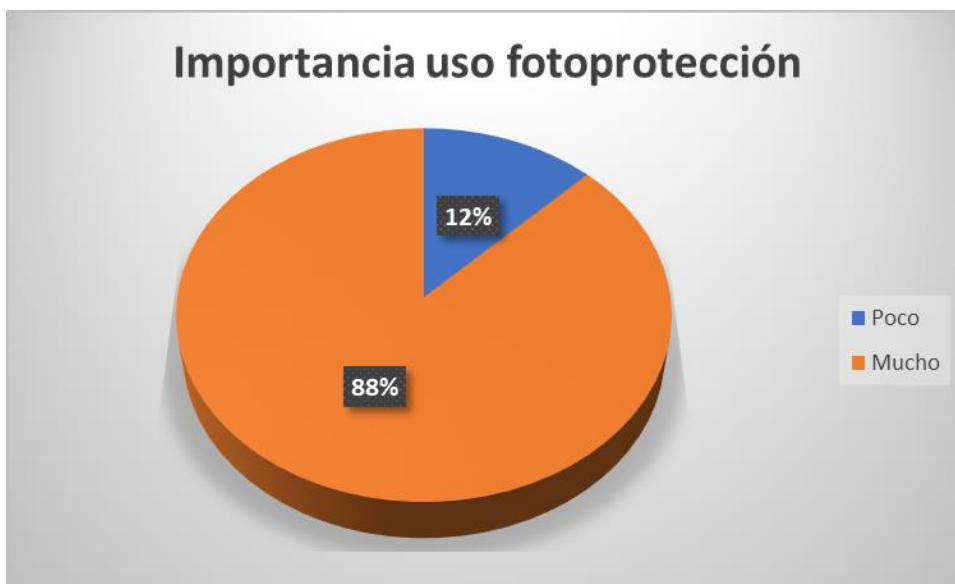
Gran proporción de radicales libres cutáneos en la piel expuesta al sol se debe a la luz en los espectros visibles e infrarrojo. Por lo que la aplicación tópica de antioxidantes puede disminuir el estrés oxidativo, reducir la hiperpigmentación y aumentar la proliferación de fibroblastos de la piel, proporcionando una evidencia más del daño celular oxidativo causado por la luz visible de alta energía<sup>64</sup>.

El espectro de acción de los antioxidantes prácticamente se superpone con el espectro de acción de la radiación ultravioleta A (320 a 400 nm), por lo que la eficacia fotoprotectora de estos no solo estará determinada por la protección frente al eritema fotoinducido, sino también por la protección sobre los daños moleculares y sobre el ADN derivados del estrés oxidativo de la radiación ultravioleta. Entre los antioxidantes más conocidos por sus efectos de fotoprotección, se encuentran la vitamina E, los betacarotenos, los polifenoles de la *Camelia sinensis* (té verde), *Polypodium leucotomos* y resveratrol<sup>64</sup>.

La fotoprotección diaria, constante y permanente es importante, aunque no se salga de la casa. Por lo que la fotoprotección química recomendada debe consistir en FPS 50+, ultravioleta A factor 28 y contra luz visible, con absorbedor del pigmento (óxido de hierro)<sup>64</sup>.

Según lo descrito antes, es importante la utilización de fotoprotección diaria aunque se esté dentro del hogar o trabajo, principalmente, si se padece de una enfermedad como lo es el melasma, la cual se puede ver empeorada al estar expuestos a la radiación que emiten los dispositivos electrónicos. Debido a que, actualmente, se sabe que este tipo de luz azul sí penetra la piel y aunque no vaya a producir un tipo de cáncer, es importante protegerse de los efectos que pueden ser causados por la exposición a radiación de distintas fuentes dentro de los hogares.

**Gráfico 5. Importancia del uso de fotoprotección diariamente**



Fuente: elaboración propia a partir de encuestas aplicadas a regentes de farmacias de la provincia de Cartago, 2022.

#### **4.1.7 Función que cumple el factor de protección solar**

Se les solicitó a los regentes que dieran la explicación de lo que ellos consideraban que era la correcta forma de explicar la función que cumple el factor de protección solar.

- El encuestado 1 indicó que este lo que hace es ayudar a prevenir el cáncer de piel, el fotoenvejecimiento y también las manchas que son causadas por luz azul y por el sol.
- El encuestado 2 indicó que el número de factor de protección solar significa la cantidad de minutos que protege de la radiación ese protector solar.
- El encuestado 3 mencionó que este factor de protección solar es para evitar el contacto directo con la radiación.
- El encuestado 4 indicó que la función de este factor es evitar los rayos UV y la luz azul.
- El encuestado 5 explicó que lo que hace este factor es cumplir la función de barrera protectora y refractar la luz de la piel.
- El encuestado 6 mencionó que es el grado de protección en minutos que dura la protección solar.

- El encuestado 7 indicó que lo que hace es evitar la radiación UV.
- El encuestado 8 mencionó que bloquea los rayos UV para evitar el daño tisular.

Con respecto a esta pregunta, se entrevistó a una dermatóloga y se le consultó sobre el tema. Ella indicó que, según la Academia Americana de Dermatología y la FDA, el factor de protección solar por encima de 15 o 30 debería ser suficiente para brindar protección a la piel; sin embargo, lo que comúnmente se dice es que debe utilizarse un factor de protección solar por encima de 50, esto porque las personas no utilizan la cantidad adecuada, que como la doctora indicó debe ser:

- Una cucharadita para cara y cuello.
- Una cucharadita para cada brazo.
- Dos cucharaditas por pierna.
- Dos cucharaditas para el tronco.

Y ella comenta que, por esta razón, normalmente se recomienda un factor de protección solar mayor, para que brinde una mejor protección, aunque no se utilice la cantidad adecuada, ya que se definirá factor de protección solar como la cantidad de veces más que va a durar la piel en quemarse. Por ejemplo, si una persona dura 5 minutos en quemarse sin utilizar protección solar y luego se utiliza un factor de protección solar de 50, entonces, va a durar 50 veces más en quemarse. Lo que significa  $5 \times 50 = 250$  minutos tardará en quemarse.

Para confirmar lo que menciona la entrevistada, Guerra et al.<sup>63</sup> indican que la potencia de un fotoprotector tópico se marca numéricamente mediante el índice de factor de protección solar (FPS), que hace referencia al poder de reducción de los efectos de radiación UVB de un fotoprotector, sobre la piel. Si se dice de otro modo, sería el cociente que existe entre la mínima dosis eritemática (MDE) de la piel con protección y la mínima dosis eritemática de la piel sin protección.

Existe una fácil regla de cálculo para saber el tiempo de protección conferido por un fotoprotector tópico, que se obtiene multiplicando los minutos que la piel tarda en quemarse sin protección por el índice del factor de protección solar elegido. El resultado será el tiempo necesario para quemarse con esta protección. Por ejemplo, si un individuo se quema en 20

minutos sin protección, con un factor de protección solar de 50 se quemará en 1000 minutos, es decir  $(20 \times 50=1000)$ <sup>63</sup>.

Habitualmente, se recomienda un factor de protección solar alto, generalmente 50+, dado que los factores teóricos suelen ser menores que los reales, tanto por una deficiente aplicación como por falta de aplicaciones repetidas a las horas de la primera aplicación.<sup>63</sup>

Confirmando también lo anterior, Garnacho et al.<sup>65</sup> explican que el factor de protección solar se define como la proporción entre la cantidad de radiación UV requerida para producir un mínimo eritema en la piel protegida con protector solar (dosis eritematogénica mínima DEM) y la requerida para producir el mismo eritema en la piel sin protección. Asimismo, para confirmar lo dicho por la dermatóloga entrevistada, los autores Surber et al.<sup>66</sup> mencionan que los protectores solares con FPS de 15, 30 y 60 absorben el 93.3%, el 96.7% y el 98.3% de la radiación UV eritemogénica, respectivamente.

Los autores comentan que, con los protectores solares, existen limitaciones que conducen al tope recomendado o regulado en FPS 60. Las variaciones en la cantidad de protector solar aplicado tienen un gran impacto negativo en FPS más altos. Con la típica aplicación de consumo un protector solar etiquetado con FPS 60, puede ofrecer un FPS de 15, el cual es el mínimo recomendado para la prevención de cáncer de piel o incluso menos<sup>66</sup>.

Estos autores mencionan que tanto la FDA como los protocolos internacionales recomiendan aplicar  $2\text{mg}/\text{cm}^2$  de protector solar o 35mL por aplicación para cubrir 173 cm, la superficie corporal promedio de un adulto<sup>66</sup>.

Asimismo, Robert et al. <sup>67</sup>, en su artículo llamado *El Sol, Las Radiaciones y Los Fotoprotectores Solares*, comentan que la efectividad de un fotoprotector se representa por el factor de protección solar. El valor del SPF es la relación entre la cantidad de radiación UV necesaria para causar una quemadura solar en la piel con el fotoprotector solar aplicado y la cantidad de radiación UV necesaria para causar la misma quemadura, pero sin protector solar. Por lo tanto, al utilizar un protector solar con SPF 50, la quemadura solar no aparece hasta que haya sido expuesta 50 veces a la energía solar que normalmente provocaría una quemadura<sup>67</sup>.

Pero, aun así, algunas personas interpretan erróneamente que el factor de protección solar está relacionado con el tiempo de exposición segura al sol. Además, se debe tener en cuenta que la cantidad de energía solar a la cual se expone la piel no solo depende de la cantidad de tiempo a la que es expuesta al sol, sino también a otros factores como la hora del día a la que se está exponiendo. Generalmente, en las horas centrales del día, el tiempo necesario para que se produzca una quemadura solar es menor que por la tarde, a pesar de que se esté utilizando la misma protección solar<sup>67</sup>.

Además, hay que recordar que la protección de los filtros solares no es lineal. Un SPF15 absorbe el 93% de las radiaciones UVB, mientras que un SPF30 el 97%. Si se utiliza un SPF50 proporcionará una absorción del 1% adicional (98%). Actualmente, no hay datos que apoyen la utilización de un SPF superior a 50<sup>67</sup>.

Los fotoprotectores deben aplicarse de forma generosa y repetidamente en todas las partes del cuerpo que se encuentren expuestas al sol. Para conseguir el grado de fotoprotección descrita en el envase, es necesario aplicar  $2\text{mg}/\text{cm}^2$  de fotoprotector, que en un adulto de peso estándar sería el equivalente a 6 cucharaditas de té o un vasito de 30 mL o incluso podría ser necesaria la aplicación de cantidades todavía mayores (45mL) para una protección óptima. Sin embargo, la realidad es que la mayoría de las personas no usan la cantidad de fotoprotector recomendado y, al no haber una relación lineal entre el FPS y la cantidad de fotoprotector aplicado, se recomienda usar siempre FPS >30 para compensar la carencia de producto<sup>67</sup>.

Otra alternativa que se ha propuesto es aplicar el fotoprotector dos veces para asegurar que se aplica la cantidad de la crema adecuada. Se recomienda aplicarlo 15-30 minutos antes de la exposición al sol; esperar unos minutos (lo ideal sería unos 10-20 minutos) antes de vestirse y repetir la aplicación cada 2 horas<sup>67</sup>.

#### **4.1.8 Características importantes por tomar en cuenta a la hora de recomendar un producto de fotoprotección**

El 100% de los regentes encuestados estuvo de acuerdo con que las tres principales características que se deben valorar a la hora de hacer una recomendación de productos

fotoprotectores son el tipo de piel del paciente, el factor de protección que sea el más alto posible y que brinden protección tanto contra rayos UVA y UVB.

Sin embargo, el que un producto posea un factor de protección solar mayor a 50 no tendrá tanta relevancia, ya que, como lo comentó la doctora entrevistada, la dermatóloga especialista en cáncer de piel, cada vez se están sacando más del mercado los fotoprotectores con un factor de protección solar que sea mayor a 50, por ejemplo, los que indican uno de 60, uno de 80 o incluso 100. Esto debido a que ya se ha determinado que todos los fotoprotectores con un factor de protección solar mayor a 50 van a cumplir la misma función que uno de 50, ya que la variación en protección brindada no será determinante.

Sobre el tipo de piel del paciente, en la siguiente tabla, se mencionan los tipos de piel de cada paciente según la escala de Fitzpatrick<sup>67</sup>:

**Tabla 5. Tipo de piel Fitzpatrick y respuesta a la radiación ultravioleta<sup>67</sup>**

Tipo de piel	Color de piel	Susceptibilidad a las quemaduras solares	Susceptibilidad al cáncer de piel
I	Blanco	Muy fácilmente	Muy alto
II	Blanco	Fácilmente	Muy alto
III	Blanco	Moderadamente	Alto
IV	Marrón claro	Ocasionalmente	Moderado
V	Marrón	Poco frecuente	Bajo
VI	Negro/Marrón oscuro	Nunca/Rara vez	Bajo

Fuente: elaboración propia con base en la referencia<sup>67</sup>.

La doctora entrevistada menciona que el número de factor de protección solar sugiere la protección frente a la luz ultravioleta B, y para conocer cuánta protección frente a la luz ultravioleta A posee dicho producto, se puede determinar mediante dos opciones: la primera es que en la etiqueta se observe una “A” o una “PA” encerrada en un círculo con unas cruces, y cuanto mayor cantidad de cruces se observen, quiere decir que posee mayor protección contra la luz ultravioleta A.

Para confirmar lo que menciona la doctora anteriormente, los autores Guerra et al.<sup>63</sup> indican que el factor de protección UVA aparece rodeado por un círculo en los envases,

además, indica que cumple con la recomendación europea, la cual sugiere un mínimo de un 1/3 del FPS. Esta también se expresa con signos de cruces, y cuanto mayor sea la cantidad de signos +, mayor será la protección<sup>63</sup>.

Confirmando y añadiendo a lo que menciona la doctora entrevistada, los autores Robert et al.<sup>67</sup> mencionan que la *American Association of Dermatologist* recomienda tomar en cuenta para hacer la elección de un fotoprotector adecuado lo siguiente:

1) El factor de protección solar, como se mencionó anteriormente, un fotoprotector de SPF15 absorbe el 93% de las radiaciones UVB, un SPF30 absorbe un 97% y si se utiliza un SPF50 proporcionará un 1% adicional de absorción (98%).

2) Es importante tomar en cuenta el espectro, debido a que los fotoprotectores de amplio espectro son aquellos que ofrecen protección suficiente frente a UVB, UVA2, y UVA1, ya que tanto UVB como UVA están implicados en el fotoenvejecimiento y la fotocarcinogénesis.

3) La resistencia al agua es una característica importante por tomar en cuenta, ya que, cuando los fotoprotectores solares se exponen al agua o al sudor, su efectividad disminuye.

4) Las formulaciones; en este sentido, en los últimos años, los fabricantes han desarrollado formulaciones que resulten más agradables cosméticamente, con el objetivo de que se favorezca la adherencia.

Para comprender mejor lo que es la radiación ultravioleta, los autores Garnacho et al.<sup>65</sup> comentan que a la superficie terrestre llega únicamente una parte del amplio espectro de las radiaciones electromagnéticas que proceden del sol. Cerca del 5% corresponde a los rayos UVA y el 0,5% son UVB. La mayor parte de la radiación que llega desde el sol forma parte de la radiación infrarroja (IR). Por último, la radiación visible adquiere cada vez un mayor protagonismo, sobre todo, el componente de alta intensidad o luz azul que está presente en los dispositivos electrónicos.

La radiación ultravioleta de la luz solar se compone de radiación UVA (315-400 nm), UVB (280-315 nm) y UVC (100-280 nm), esto en función de la longitud de onda. Ya que la capa de ozono bloquea completamente la radiación UVC y las longitudes de onda por debajo

de 295 nm, las principales radiaciones ultravioleta que llegan a la superficie de la Tierra son UVA y UVB<sup>65</sup>.

Entre el 5-10% de la radiación UV que alcanza la superficie terrestre son radiaciones de energía muy elevada. Atraviesan la epidermis y una parte de la dermis (solo el 10%), pero no consiguen llegar a capas tan profundas como la UVA. Además, el 90-95% de la RUV que alcanza la superficie terrestre son radiaciones de energía inferior a las UVB, pero penetran más profundamente en la dermis (un 50%). Ya que los efectos biológicos de UVA ocurren cerca del espectro UVB, estos se dividen en UVA corta o II (320-340 nm) y UVA larga o I (340-400 nm)<sup>65</sup>. Por consiguiente, la longitud de onda y el daño cutáneo son directamente proporcionales, es decir, a mayor longitud de onda, mayor penetración en la piel y mayores efectos deletéreos en ella<sup>65</sup>.

Por otro lado, la doctora entrevistada hace mención de los fotoprotectores que se pueden encontrar en el supermercado, los cuales son distintos a los que se encuentran en la farmacia. Estos poseen las siguientes características: el nivel de protección solar, si es o no resistente al agua, y también su textura.

La entrevistada comenta que ya no es correcto decir que un fotoprotector es “contra agua”, sino que se utiliza decir si es “resistente” o “muy resistente” al agua. La doctora explica que “resistente” quiere decir que aguanta 40 minutos sumergido y “muy resistente” quiere decir que aguanta 80 minutos sumergido. Para las personas que pasan mucho tiempo en playa/piscinas o que realizan mucho deporte, lo ideal es que utilicen los fotoprotectores que son muy resistentes al agua.

Confirmando lo anterior, los autores Robert et al.<sup>68</sup> comentan que la resistencia al agua es un factor importante de considerar cuando se va a elegir un producto de fotoprotección, principalmente, si la persona practicará actividades en las que producirá mucho sudor o estará mucho tiempo en el agua. Por esto, ellos hacen la distinción de los productos de fotoprotección que presentan la característica de “Resistente”, esto quiere decir que dichos fotoprotectores seguirán siendo efectivos por 40 minutos después de nadar o sudar intensamente. Por otro lado, los que presenten la característica de ser “Muy resistente”, quiere decir que van a seguir siendo efectivos por 80 minutos después de nadar o sudar intensamente.

Otro aspecto que menciona la entrevistada es la textura. Ella indica que la textura de un fotoprotector variará dependiendo de qué tanta base acuosa u oleosa tienen. Si una persona tiene una piel grasosa o tendencia grasosa/acnéica, necesita un fotoprotector que tenga una base acuosa, acá entran las texturas en fluido, ultrafluido, emulsiones o geles (ya que todos esos son a base de agua). Por otro lado, si la persona tiene piel seca, esta necesitará una base aceitosa, para que realice la función de humectación, acá funcionará todo lo que tenga base cremosa o en leche.

Con respecto a lo mencionado anteriormente, desde el punto de vista cosmético, las cremas se consideran más apropiadas para piel seca y los geles se recomiendan para zonas con pelo. El principal inconveniente de los fotoprotectores con filtros físicos han sido sus características cosméticas. Para mejorarlas, se ha ido sustituyendo por filtros micronizados en forma de nanopartículas. Sin embargo, como el tamaño de las partículas es menor, se absorben con mayor facilidad y, por este motivo, actualmente hay cierta controversia sobre la seguridad de los preparados con nanopartículas<sup>68</sup>.

#### **4.1.9 Nivel de satisfacción con su nivel de conocimiento y actualización sobre el tema de fotoprotección**

De los ocho encuestados, solamente uno de ellos indicó estar completamente satisfecho con su conocimiento actual sobre el tema de fotoprotección; mientras que los demás indicaron no tener tanto conocimiento al respecto. Así mismo, la mayoría de ellos se actualizan en el tema por decisión propia yendo a capacitaciones o por lo que los visitantes médicos les explican de sus productos; pero indican que no es mucha la información que reciben sobre este tema y que sí estarían interesados en que se les capacite un poco más en cuanto a estos productos y la forma correcta de utilizarlos para cada paciente.

Es importante que como, regentes farmacéuticos de comunidad y al estar de cara al público, se tenga una actualización continua sobre este tipo de productos, ya que actualmente la población está adquiriendo un poco más de preocupación por protegerse su piel y, como profesionales farmacéuticos, es importante que sepan asesorar a los pacientes de la mejor manera. Así como brindarles una explicación de lo básico que deben saber sobre estos

productos, ya que se tiene poco conocimiento sobre cuál tipo de fotoprotector es el más adecuado para cada paciente, según distintas características que este pueda presentar.

#### **4.1.10 Abordaje farmacéutico en tema de fotoprotección y desarrollo de una guía sobre el adecuado uso de esta**

El 100% de los regentes encuestados están de acuerdo con que el abordaje farmacéutico en este tema es importante, sin embargo, no se le da el protagonismo necesario, ya que existe falta de información o información errónea por parte de algunos regentes y esto hace que no se le recomiende siempre el producto más adecuado a todos los pacientes que acuden a la farmacia a preguntar o comprar este tipo de productos.

Por esta razón, también el 100% de los regentes encuestados estuvo de acuerdo con que una guía que permita a los regentes dar una mejor asesoría a sus pacientes sería una herramienta bastante útil para dar una recomendación adecuada a quienes consulten por productos de fotoprotección y que estos productos se ajusten a sus necesidades y las de su piel.

También las doctoras (dermatóloga y especialista en dermocosmética respectivamente) a las cuales se les realizó la entrevista comentaron que realizar una guía sobre fotoprotección es una herramienta muy útil para comenzar a que los regentes de farmacia tengan a la mano algo escrito y que les permita, dependiendo de los productos que tengan en sus respectivas farmacias, poder indicarle a cada paciente el producto que más se ajuste a sus necesidades.

#### **4.2 Principales riesgos a la salud derivados de la radiación emitida por luz visible y luz azul**

En este apartado, se da respuesta a uno de los objetivos del presente trabajo de investigación, el cual indica los principales riesgos a la salud derivados de la radiación emitida por luz visible y luz azul.

## **4.2.1 Entrevista a dermatóloga, doctora especialista en cáncer de piel**

### **4.2.1.1 Fotoprotectores actuales**

La doctora, quien fue la entrevistada número 1, menciona que los fotoprotectores actuales incluyen, además de la protección contra luz ultravioleta, protección contra la luz azul. En las etiquetas, esta protección frente a la luz azul se indica como “HE”. Ella comentó que algunos de estos fotoprotectores también incluyen antioxidantes, protección contra la luz visible y contra infrarroja.

¿Por qué es necesaria la protección contra la luz visible? Comenta la entrevistada número 1 que, además de brindar una protección contra las manchas en la piel, su principal objetivo es brindar protección a pacientes que tienen enfermedades fotosensibles como el lupus; ya que quienes poseen enfermedades inmunológicas fotosensibilizantes o que están tomando algún medicamento fotosensibilizante como las tetraciclinas o el Roaccutane necesitan esa protección extra para, además de no quemarse con facilidad, evitar que se activen los lupus sistémicos.

Como lo exponen Garnacho et al.<sup>65</sup> en su artículo, la luz azul está constituida por partículas electromagnéticas que se desplazan en ondas de longitud e intensidad variables. El ojo humano solamente es sensible a una parte limitada del espectro, lo que se denomina luz visible y se ve como color. Por su parte, los colores de las ondas más cortas, como el azul, corresponden a ondas de mayor intensidad energética.

Cada vez es más habitual el uso de dispositivos electrónicos por parte de personas de todas las edades, como lo son los ordenadores, las tabletas y los dispositivos móviles. Estos se han colado en la vida habitual, tanto para el terreno académico como el de la diversión<sup>65</sup>.

La luz visible forma parte del espectro electromagnético con un rango de entre 400 y 700 nm. Algunos estudios han comunicado un aumento de la formación de radicales libres en piel humana *ex vivo* tras la irradiación con radiación visible (VIS). En modelos de epidermis humana, la luz visible es capaz de inducir metaloproteinasa 1 y TNF-alfa (factor de necrosis tumoral alfa) expresados en el ARNm de queratinocitos por un aumento en la

producción de ROS (especies reactivas de oxígeno) confirmado en estudios *in vivo* de piel humana<sup>65</sup>.

Se ha observado que la irradiación con luz visible produce un aumento de la pigmentación en piel humana *in vivo*, lo que confirma con recientes estudios que utilizan una longitud de onda entre 400 y 800 nm, donde se observa un aumento de la pigmentación, sobre todo en fototipos de piel oscura de IV a VI según la clasificación de Fitzpatrick<sup>65</sup>.

Comparada con la hiperpigmentación inducida por luz UVB, la luz azul induce una mayor hiperpigmentación que dura hasta 3 meses y en tinciones histológicas, se observa la disminución de los niveles de p53 (proteína supresora de tumores) y necrosis de queratinocitos. La ausencia de p53 sugiere que la luz azul induce un mecanismo diferente a la radiación UVB, ya que recientes estudios muestran que se afectan directamente los melanocitos aumentando la síntesis de melanina, debido a la activación de receptores de opsonina 3 situados en la superficie celular<sup>65</sup>.

El hecho de que la luz azul pueda llegar a afectar la salud se está documentando cada vez más en la literatura científica y por ello las personas deben protegerse utilizando los fotoprotectores específicos<sup>65</sup>.

Garnacho et al.<sup>65</sup> menciona que exposiciones incluso menores de una hora a la luz azul o visible de alta intensidad (390-600 nm) pueden ocasionar un aumento en la generación de especies reactivas de oxígeno (ROS) en las células, con el consiguiente daño citotóxico de apoptosis y necrosis. También pueden producir un aumento del fotoenvejecimiento con el consiguiente aumento del riesgo de cáncer de piel. Por su parte, los fibroblastos dérmicos son las células más sensibles a esta radiación y las que experimentan mayores cambios<sup>65</sup>.

Asimismo, pueden producir alteración en la actividad de las metaloproteinasas y disminuir la producción de colágeno. También produce una alteración en la permeabilidad de la barrera epidérmica, así como induce intensas y prolongadas hiperpigmentaciones<sup>65</sup>.

Otro de los efectos que posee la exposición a la luz azul o visible es que ocasiona una disbiosis en relación con la flora bacteriana de la piel habitual produciendo un incremento en la proliferación de *Staphylococcus aureus*, lo que puede ocasionar una intensificación de los

síntomas en patología cutánea inflamatoria crónica, como puede ser el acné o la dermatitis atópica<sup>65</sup>.

Todas las personas, independientemente de su fototipo o raza, se benefician de la fotoprotección para prevenir los potenciales efectos adversos de las radiaciones UV. Sin embargo, estos productos son especialmente útiles en personas con piel clara (fototipo I, II y III), quienes son las más susceptibles a quemaduras solares, fotoenvejecimiento y cáncer de piel, los cuales son los efectos adversos de una exposición excesiva al sol<sup>67</sup>.

Como mencionan Young et al.<sup>68</sup>, la eficacia de los protectores solares se puede medir por diferentes métodos, los cuales involucran técnicas *in vitro*, *ex vivo* o *in vivo*. Por lo que existe la necesidad de una estandarización mundial de estos métodos para evitar mal entendidos y confusiones entre los usuarios de protectores solares.

Los beneficios clínicos de los protectores solares se han demostrado en ensayos controlados aleatorios que establecieron el papel de estos en la prevención de la queratosis actínica, los carcinomas de células escamosas, los nevos y los melanomas. Los fotoprotectores también previenen la fotoinmunosupresión y los signos del fotoenvejecimiento. Por lo que es necesario continuar con los esfuerzos de educación pública sobre la correcta aplicación de los protectores solares y la práctica de la fotoprotección en general<sup>68</sup>.

La entrevistada 1 menciona que es importante que todas las personas busquen el fotoprotector que les brinde la mayor protección posible; sin embargo, las poblaciones que mayoritariamente deben buscar esta protección extra contra la luz visible son las siguientes:

- Población especial 1: la entrevistada indica a las personas con melasma como población especial 1 que necesita una protección extra contra la luz visible.

Isa et al.<sup>69</sup>, en su artículo sobre melasma, comenta que, en el mundo, existen millones de personas afectadas por melasma, el cual es un desorden de hiperpigmentación adquirido que afecta, principalmente, al sexo femenino con fototipo III-V de Fitzpatrick, exacerbado por la exposición a las radiaciones solares, endocrinopatías como los desórdenes tiroideos, cambios hormonales producto de embarazos, uso de anticonceptivos, menopausia y terapias

de reemplazo hormonal. Se ha reportado, además, toxicidad por medicamentos y uso de cosméticos.

La causa de la patogénesis del melasma aún se desconoce, lo que constituye un reto terapéutico para esta condición crónica que requiere constantes estudios para el desarrollo de nuevas terapias que actúen directamente en la hiperactividad del melanocito y en el depósito de melanina en la epidermis, dermis o ambas capas<sup>69</sup>.

La forma característica de presentación de esta patología es una especie de máculas hiperpigmentadas de distintas tonalidades de color marrón que suelen aparecer de manera simétrica, principalmente, en zonas expuestas a la luz solar. Su localización clásica es a nivel frontal y en áreas malaras, zona centrofacial<sup>69</sup>.

En la piel de los pacientes con melasma, se ha reportado regulación excesiva del factor de crecimiento endotelial vascular, liberación de hormona estimulante de melanocitos y consecuente estimulación de la tirosinasa asociada al estímulo estrogénico y factor de crecimiento de células madre<sup>69</sup>. Por otra parte, las radiaciones ultravioletas desencadenan la liberación de citoquinas, IL-1, endotelinas y la hormona adrenocorticotropa que regulan la proliferación de melanocitos y melanogénesis<sup>69</sup>.

La clasificación del melasma se ha basado en la localización del depósito del pigmento en las capas cutáneas, epidérmica, dérmica y forma mixta. Cuando el depósito de melanina ocurre a nivel epidérmico, el tratamiento muestra mejor respuesta<sup>69</sup>.

En cuanto al tratamiento, conseguir y mantener un éxito terapéutico es difícil en los casos de melasma. Lo primero debe ser la correcta evaluación del paciente, fototipo de piel, y clasificación del melasma, historia de tratamientos previos, antecedentes personales de importancia y antecedentes de uso de medicamentos<sup>69</sup>.

Dentro de las modalidades de tratamiento, están las terapias tópicas que incluyen los productos fotoprotectores, terapias sistémicas, técnicas de láser y sistemas de microagujas. Las terapias tópicas constituyen la primera línea de tratamiento de melasma, siendo los fotoprotectores contra UVA, UVB y luz visible, además de la no exposición al sol; un pilar muy importante, principalmente, en lo que es la reaparición del cuadro de pigmentación. Se recomienda el uso de protectores con zinc, ecamsule, octinoxato, dióxido de titanio,

avobenzonas, octocrilenos, oxibenzonas e ingredientes como el óxido de hierro. El Polypodium leucotomos ha demostrado efectos fotoprotectores y su uso es frecuente en pacientes con alteraciones pigmentarias como vitíligo<sup>69</sup>.

El papel de las hormonas, cambios ambientales, radiaciones ultravioletas, luz visible e historia familiar influyen en la hiperactividad del melanocito y en el aumento de la respuesta vascular. Además, todo tratamiento de esta patología debe ir dirigido a disminuir o eliminar el exceso o la producción de melanina y la supresión de la melanogénesis<sup>69</sup>.

- Población especial 2: la doctora menciona a las personas con enfermedades fotosensibilizantes o que tomen medicamentos fotosensibilizantes; quienes es importante que también tengan esta protección extra contra la luz visible.

Las fotodermatosis incluyen todas las enfermedades en cuya génesis interviene el sol. Entre ellas, se distinguen las fotosensibilizaciones, dermatosis desencadenadas por el sol debido a la presencia anormal en la piel de un cromóforo claramente identificable, en contraste con las lucitis idiopáticas, en las que el estado actual de los conocimientos no se identifica la molécula que hace que la piel sea fotosensible<sup>70</sup>.

Los fotosensibilizantes identificados pueden ser de origen endógeno, por acumulación de metabolitos fotoactivos debido a una deficiencia enzimática genética o por aporte exógeno a la piel, debido a la aplicación tópica (cosméticos, plantas, medicamentos tópicos) o por vía oral o sistémica (medicamentos orales o parenterales)<sup>70</sup>.

La fotosensibilización exógena se manifiesta por una reacción inflamatoria aguda (fototoxicidad) de expresión clínica muy variada o por un tipo particular de hipersensibilidad retardada (fotoalergia), más monomorfa, a modo de eccema limitado a las partes descubiertas, con un potencial evolutivo más grave. Su espectro de acción se sitúa, principalmente, en el rango UVA (ultravioleta A). Además, los agentes fotosensibilizantes de contacto más frecuentemente incriminados son los antiinflamatorios no esteroideos (AINE), con un lugar especial para el ketoprofeno, los antialérgicos tópicos, los filtros solares, sobre todo las benzofenonas, las plantas ricas en psoralenos y los perfumes<sup>70</sup>.

Por su parte, los medicamentos sistémicos con la evidencia más consistente de imputabilidad potencial son la amiodarona, la clorpromazina, la doxiciclina, la

hidroclorotiazida, el ácido nalidixico, el naproxeno, el piroxicam, el vemurafenib y el voriconazol<sup>70</sup>.

La presencia de fotosensibilizantes, no presentes en la piel de todas las personas, es una caracterización más restrictiva del estado biológico de fotosensibilización. A los términos de fotosensibilización y fotosensibilizante, se les da un significado aún más restrictivo, reservándolos para situaciones en las que el cromóforo es perfectamente identificable. Por el contrario, se habla de lucitis idiopática cuando no se conoce el cromóforo. Por lo tanto, los cromóforos identificados pueden ser de origen endógeno, por acumulación de metabolitos fotoactivos debido a una deficiencia enzimática genética, o de aporte exógeno a la piel por vía tópica o sistémica<sup>70</sup>.

La fotosensibilización así definida puede expresarse en términos clínicos como una reacción inflamatoria aguda o retardada, conocida como fototoxicidad. Los mecanismos implicados son similares a los de las quemaduras solares. Además, la activación de la fosfolipasa A2, a través de las especies reactivas de oxígeno, induce la producción de eicosanoides (prostaglandinas y leucotrienos) por parte de las células de la piel. Esta síntesis se ve amplificada por la liberación de histamina por parte de los mastocitos inducida por la radiación UV y la producción de citocinas proinflamatorias (IL-1, IL-6 y TNF) por parte de los queratinocitos. Finalmente, la fotoactivación del complemento también podría producirse en la fase inicial de la reacción fototóxica<sup>70</sup>.

Población especial 3: la doctora entrevistada comenta que son las personas con antecedentes de cáncer de piel o con mucho daño solar, como personas que se dedican a la agricultura y que se exponen gran cantidad de horas a la luz solar y sin utilizar ningún tipo de protección contra la radiación que emite esta sobre la piel.

Para este tipo de población número 3, que ya tiene mucho daño solar o antecedentes de cáncer, menciona la entrevistada que existen actualmente unos protectores que poseen ciertas enzimas reparadoras del ADN, por ejemplo, el Umbrella Intelligent o el Heliocare 360 AK Fluid o el AKNMD; estos protectores lo que hacen es que, si detectan que hay algún cambio sucediendo celularmente, se puede revertir. Este tipo de fotoprotectores con enzimas reparadoras de ADN son los ideales para esta población.

Los efectos de la UVR en la piel se inician a nivel molecular involucrando cromóforos epidérmicos y dérmicos que absorben la radiación UV o visible, cada uno con un espectro de absorción característico. Cuando un cromóforo de este tipo absorbe energía fotónica, pasa a un estado de mayor energía y se vuelve inestable. Esto puede dar como resultado un cambio estructural, unirse a otras moléculas que definen un efecto directo o actuar como un sensibilizador que genera especies reactivas de oxígeno que dañan las biomoléculas adyacentes, como el ADN o las proteínas (efectos indirectos)<sup>68</sup>.







La radiación UV causa daños en el ADN, produciendo la oxidación de proteínas e induciendo la síntesis de metaloproteinasas. Los filtros biológicos contrarrestan el daño oxidativo diario de la piel y potencian el subsistema inmunitario cutáneo. Por lo que incluir estos agentes antioxidantes en la formulación protege de la radiación UVA, bloquea los daños producidos por radicales libres y previene el envejecimiento<sup>71</sup>.

Los reparadores del ADN, aunque no son filtros como tales, se consideran agentes fotoprotectores, pues el fotoenvejecimiento se debe en parte al daño producido por la incidencia continuada de radiación UV en el ADN<sup>71</sup>. Estas enzimas reparadoras normalmente van encapsuladas en liposomas para aumentar su absorción y eficacia. Entre ellas, se encuentran las más conocidas: endonucleasa liposomada T4 y fotoliasa<sup>71</sup>.

#### **4.2.1.2 Agresividad del cáncer de piel**

La entrevistada 1 menciona que ella diariamente atiende en su consulta gran cantidad de casos de cáncer de piel. Ella menciona que cualquier tipo de célula podría malignizarse, que se tienen los tipos de tumores que son los más frecuentes y los tumores de anexos, los cuales son sumamente agresivos y no tienen relación con el sol.

### **Figura 1. Fototipos de piel según escala de Fitzpatrick**

	Phenotype	UV sensitivity	Skin cancer risk
Type I 	Very fair, pale white, light coloured or red hair, often freckled	++++	Skin burns very easily, and never, or hardly ever, develops a tan Greatest risk of skin cancer
Type II 	Fair, white skin, light hair, and blue or brown eyes. Some may have dark hair	+++	Skin burns easily, and tans slowly High risk of skin cancer
Type III 	Light brown, light olive skin with dark hair and brown or green eyes	++	Skin does not burn easily, and develops a tan High risk of skin cancer
Type IV 	Moderate brown, brown eyes and dark hair	+	Skin hardly ever burns, and develops a tan easily (Mediterranean skin type) At risk of skin cancer
Type V 	Dark brown, brown eyes and dark hair	+/-	Skin never burns, naturally darker skin (Asian skin types) Skin cancers are relatively rare, but those that occur are often detected at later, more dangerous stage.
Type VI 	Deeply pigmented dark brown to black, dark brown eyes and black hair	-	Skin never burns, naturally dark-coloured skin (Negroid skin types) Skin cancers are relatively rare, but those that occur are often detected at later, more dangerous stage.

Fuente: imagen tomada de European Code Against Cancer 4th Edition: Ultraviolet Radiation and Cancer<sup>72</sup>

La figura 1 muestra el riesgo a padecer de cáncer de acuerdo con el fototipo de piel de cada persona, siendo las personas de fototipo más claro las más propensas a padecer esta patología. El cáncer de piel es el tipo más frecuente en las poblaciones de piel clara en todo el mundo<sup>72</sup>.

Los tres tipos de tumores de piel que la doctora menciona que existen son:

- Melanoma: es el más agresivo y una gran parte tiene relación con la radiación, sin embargo, no es la única causa de este.
- Carcinoma epidermoide: es el segundo más agresivo luego del melanoma, se da por exposición solar continua, por ejemplo, en personas que trabajan continuamente exponiéndose al sol. Este es curable si se detecta de manera temprana, pero si no es así, la persona puede llegar incluso a la muerte.
- Basocelular: es el más frecuente y no es agresivo, pero crece lento. Y es agresivo, pero localmente.

Tanto el melanoma como el tumor basocelular se dan por exposiciones fuertes a radiación solar, pero aisladas, comenta la doctora entrevistada.

El cáncer de piel es una de las neoplasias más comunes, en algunos países ocupa el primer lugar en frecuencia<sup>73</sup>. Por su parte, el carcinoma basocelular (CBC) es la variante más frecuente de cáncer de piel. Como su nombre lo indica, tiene su origen en la capa basal de la epidermis y sus apéndices. Se caracteriza por tener un crecimiento lento, es localmente invasivo y destructivo, además de presentar bajo potencial metastásico. Los individuos con historia de un CBC presentan un riesgo mayor para presentar lesiones subsecuentes<sup>73</sup>.

La mayoría de los factores de riesgo tienen una relación directa con los hábitos de exposición y la susceptibilidad del huésped a la radiación solar. Estos factores incluyen piel clara, ojos claros, cabello rojo y edad<sup>73</sup>.

La exposición solar de manera intermitente e intensa incrementa más el riesgo de presentar CBC que la exposición continua. El 70% de los CBC se presentan en la cara y la cabeza. Además, las formas más comunes son la nodular y la superficial, que juntas representan el 90% de los casos<sup>73</sup>.

El segundo en frecuencia es el carcinoma epidermoide o espinocelular y es el resultado de la transformación maligna de los queratinocitos de la epidermis y sus anexos. La exposición crónica a radiación UV representa el factor de riesgo más importante para el desarrollo del carcinoma epidermoide. La radiación UV es capaz de inducir daño al ácido desorribonucleico (ADN) que lleva a la transformación de los queratinocitos, además de alterar la respuesta inmunológica de la piel, volviéndola más susceptible para la formación de tumores<sup>73</sup>.

El carcinoma espinocelular puede ocurrir en cualquier parte del cuerpo, incluyendo las mucosas y los genitales, pero es más común encontrarlo en áreas expuestas crónicamente al sol, como la oreja, el labio inferior, la cara, la piel cabelluda, el cuello, el dorso de las manos, los brazos y las piernas. Pueden iniciarse sobre alguna dermatosis precancerosa, especialmente queratosis actínicas, o en piel aparentemente normal. Al inicio se presenta como una lesión indurada que evoluciona con el tiempo<sup>73</sup>.

Por último, el melanoma es la forma más peligrosa del cáncer cutáneo, se origina en los melanocitos (las células productoras de pigmento) de origen neuroectodérmico que se ubican en diferentes partes del cuerpo, incluyendo la piel, el iris y el recto. Semejan nevus, algunos de ellos incluso se originan entre ellos. El incremento de la incidencia y la mortalidad del melanoma se ha dado en las últimas décadas<sup>73</sup>.

Los signos tempranos más comunes del melanoma se resumen en el acrónimo ABCDE:

A: Asimetría

B: Bordes irregulares o mal definidos

C: Color heterogéneo

D: Diámetro mayor a 6 mm

E: Evolución

Debido a que la piel es accesible a la inspección visual directa, el *screening* a personas de alto riesgo es altamente recomendable. Los esfuerzos por reducir la incidencia y mortalidad promueven el reconocimiento de lesiones tempranas con el acrónimo ABCDE y evitar la exposición solar<sup>73</sup>.

La mayoría de los melanomas se encuentran en la piel, pero otros lugares que pueden resultar afectados por esta condición son los ojos, las mucosas, tracto gastrointestinal, genitourinario y las meninges<sup>73</sup>.

#### **4.2.1.3 Tipo de lesiones que es importante revisar con el dermatólogo y qué tanto se las dejan los pacientes**

La entrevistada comentó que cualquier tipo de lesión nueva o que cambie, sea elevada, plana, oscura o clara, debe consultarse con el médico dermatólogo; esto debido a que existe cáncer de piel llamado melanoma amelanótico, y lo que normalmente se escucha hablar es del lunar negro, que cambia o crece; pero este melanoma amelanótico lo que quiere decir es que no tiene melanina, o sea, tendrá un color rosado o muy clarito y no debe pasar desapercibido, ya que es una lesión que no se encontraba ahí anteriormente y es importante

que el dermatólogo sea el que indique si es de preocupación o es algo que no afectará al paciente.

También explica la entrevistada, que el tiempo que los pacientes se dejan las lesiones en la piel sin consultar depende del tipo de población, pero depende mucho más del estrato económico de las personas, ya que los pacientes que se encuentran en un estrato económico más bajo es muy común que se dejen las lesiones, ya que, tal vez, no poseen seguro o el dinero necesario para ir a ver a un dermatólogo a que los revise. Aunque también hay personas de un estrato económico más elevado que se dejen estas lesiones por desconocimiento o porque no les dan la importancia necesaria. No obstante, es mucho más común que sean las personas de estrato económico bajo las que no sean revisadas por un especialista y lastimosamente sufran de tumores más agresivos e incluso imposibles de tratar.

#### **4.2.1.4 Mayor incidencia de lesiones o manchas en piel durante la pandemia**

La entrevistada menciona que lo que los pacientes notaron mayormente fue el aumento o empeoramiento de las manchas en la cara, al estar más tiempo expuestos a la luz azul de las pantallas; sin embargo, ellos desconocían que era por esta razón.

Los rayos UVB interactúan con las células de la epidermis, mientras que los rayos UVA alcanzan las capas más profundas de la piel y afectan las células inmunitarias de la epidermis y la dermis. En comparación con los rayos UV, la luz visible actúa más profundamente en la dermis, pero al mismo tiempo más superficial que la radiación infrarroja. Por su parte, la hemoglobina y la melanina de la epidermis absorben mucho la luz visible y la penetración máxima de la luz azul es 0,07 a 1 mm<sup>1</sup>.

Duteil et al.<sup>1</sup> analizaron la influencia de la luz azul (415 nm) y roja (630 nm) en el aumento de la pigmentación *in vivo* y encontraron correlación con el espectro de luz azul en pacientes con fototipo cutáneo III y IV. Además, esa hiperpigmentación persistió durante los tres meses de seguimiento y fue más intensa en comparación con los pacientes expuestos a UVB. También, se observó hiperpigmentación en otros estudios clínicos como en pacientes con psoriasis vulgar, donde se identificó hiperpigmentación en el 80% de los sujetos después de la irradiación con luz azul<sup>1</sup>.

#### **4.2.1.5 Cuidados luego de remover un cáncer de piel**

La doctora especialista en cáncer de piel menciona que a estos pacientes es importante seguirlos viendo al menos cada seis meses, durante los primeros cinco años, ya que existe un riesgo muy aumentado de que, al haber tenido cáncer, este pueda atacar de nuevo en otro sector de la piel, y ese riesgo aumentado suele ocurrir en los primeros cinco años de haberlo tenido. Entre los cuidados por tener con la herida, no se debe meter al mar, al río, a piscinas; lavar con agua y jabón. En pacientes diabéticos, hay que tener un mayor cuidado con estas heridas, ya que son más propensos a presentar infecciones, por esto se les envía muchas veces algún antibiótico en crema, a pesar de que esto no se indica en la literatura.

#### **4.2.1.6 Cómo pueden los farmacéuticos ayudar en la prevención de cáncer de piel**

La entrevistada considera que pueden ayudar fomentando la educación al paciente para que utilice el producto que más se ajuste a sus necesidades, su tipo de piel, si presenta algún tipo de alergia o alguna patología que le obligue a utilizar fotoprotectores que le brinden una mayor protección contra la luz visible/azul, para que estas no se vean empeoradas por la radiación en su piel.

### **4.2.2 Entrevista a doctora farmacéutica especialista en dermocosmética**

#### **4.2.2.1 Principales riesgos a la salud de la piel que pueden derivarse de la exposición continua a radiación por luz visible y luz azul**

La doctora especialista en dermocosmética, quien fue la entrevistada 2, comenta que los problemas que se ven principalmente asociados a la radiación por este tipo de luces son los de hiperpigmentación y el fotoenvejecimiento; ya que, si se habla de cáncer, este está, principalmente, relacionado a radiación por luz ultravioleta B.

Narla et al.<sup>22</sup>, además, comentan que existen dos tipos de fotodermatosis con espectro de acción en el rango de luz visible. La primera es la urticaria solar (SU); es una enfermedad

mediada por mastocitos que se presenta con sensibilidad a los rayos UV o de luz visible que desencadena la urticaria.

Un segundo trastorno inducido por la luz visible que ha sido difícil de tratar es la protoporfiria eritropoyética (EPP). Esta es una fotodermatosis grave que se asocia con fototoxicidad aguda. Por su parte, la fototoxicidad es el resultado de la protoporfirina acumulada en los glóbulos rojos y los tejidos, debido a la disminución de la actividad de una enzima en la biosíntesis de hemo, ferroquetasa. Cuando la piel se expone al sol o la luz visible, la protoporfirina acumulada en los vasos sanguíneos se activa con la luz azul (400-410 nm) y produce reacciones de radicales libres que provocan dolor intenso, eritema y edema<sup>22</sup>.

Además de esto, un estudio realizado por Martini et al.<sup>22</sup>, probando diferentes filtros solares y sus efectos sobre la hiperpigmentación, mostró el porcentaje de área hiperpigmentada de los voluntarios que usaron protectores solares que contenían pigmentos que protegían tanto contra los rayos UV como contra la luz visible. Demostró una disminución significativa después de 60 días en comparación a los voluntarios que usaron protectores solares que contienen solo filtros UV, quienes no mostraron una diferencia significativa después de 30 a 60 días<sup>22</sup>.

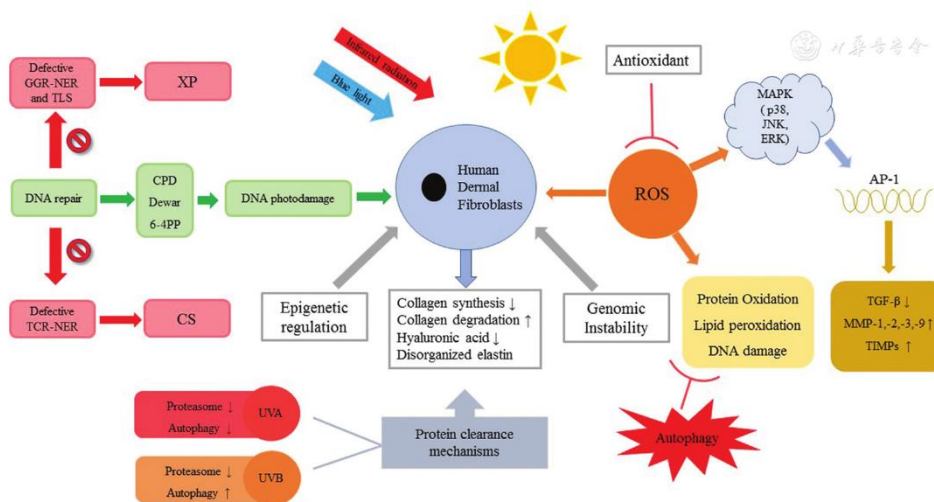
El melasma es una hiperpigmentación adquirida en áreas expuestas al sol que es común en mujeres con tipos de piel más oscuros. Un mecanismo potencial para el melasma podría deberse a la generación inducida por luz visible de especies reactivas de oxígeno que conducen a la liberación de citoquinas inflamatorias y enzimas que degradan la matriz de la piel<sup>22</sup>.

En el 2013, se realizó un estudio que comparó la eficacia despigmentante de la hidroquinona más un protector solar que tenía protección UV y luz visible (es decir, que contiene óxido de hierro) y un protector solar que contenía solo protección UV; 61 pacientes concluyeron el estudio y a las ocho semanas, el grupo que recibió protector solar UV-VL mostró una mejora del 15%, 28% y 4% mayor en el área del melasma y las puntuaciones del índice de gravedad, los valores colorimétricos y las evaluaciones de melanina, respectivamente; en comparación con el grupo de protector solar con solo UV, lo que demuestra que la luz visible puede desempeñar un papel en la patogénesis del melasma<sup>22</sup>.

El fotoenvejecimiento es conocido como el principal efecto del envejecimiento extrínseco de la piel provocado por la exposición acumulada de la luz ultravioleta (UV). La radiación UV solar es omnipresente y se subdivide en UVA (315-400 nm), UVB (280-315 nm) y UVC (100-280). La UVB afecta la epidermis y la capa superior de la dermis, mientras que los UVA penetran en la dermis inferior. Sin embargo, los UVC son absorbidos y reflejados por la capa de ozono<sup>74</sup>.

Además de los rayos UV, la luz visible (VIS: 380-780 nm) y la radiación infrarroja cercana (IRA: 750-1400 nm) también pueden provocar fotoenvejecimiento. Al igual que los rayos UVA, IRA alcanza la dermis y el tejido subcutáneo de la piel; por lo tanto, se requieren enfoques modernos de protección solar para proteger la piel contra los rayos UV, VIS e IRA<sup>74</sup>.

**Figura 2. Mecanismos de fotoenvejecimiento en fibroblastos dérmicos humanos.**



Fuente: imagen tomada de Pathogenesis of Photoaging in Human Dermal Fibroblasts<sup>74</sup>.

La figura 2 muestra la luz solar ultravioleta, la luz infrarroja y la luz azul actúan sobre la piel humana y provocan fotodaño en el ADN, así como una reacción REDOX respectivamente; a su vez, conducen al fotoenvejecimiento. La oxidación de biomoléculas no solo altera la comunicación celular, sino que también provoca la oxidación de proteínas,

lípidos y ADN. Para mantener la homeostasis celular, los antioxidantes inhiben la formación de especies reactivas de oxígeno.

El fotoenvejecimiento provoca senescencia prematura de la piel, inflamación de la piel y diversas enfermedades cancerosas. Este se clasifica en hipertrófico o atrófico. Por su parte, el fotoenvejecimiento hipertrófico se caracteriza por arrugas profundas, gruesas y abundantes, color de piel homogéneo, piel engrosada, palidez y una puntuación global alta de fotoenvejecimiento con bajo riesgo de eritema y desarrollo de cáncer. El fotoenvejecimiento atrófico se caracteriza por arrugas finas, aspecto brillante, eritema, telangiectasias, despigmentación y tendencia a desarrollar queratosis actínica, queratosis seborreica y cáncer de piel<sup>74</sup>.

La piel fotoenvejecida se identifica por la degradación de la matriz extracelular dérmica (ECM), incluida la reducción de la síntesis de colágeno, la degradación mejorada de colágeno, la pérdida de ácido hialurónico (HA) y la elastina desorganizada. También, tiene niveles elevados de pH, sebo y elasticidad, hidratación y tonicidad reducidas; además, la concentración sérica de fibronectina disminuye, mientras que las concentraciones séricas de elastasa 2 de neutrófilos, elastina y proteína carbonilada aumentan<sup>74</sup>.

El melasma es un trastorno de la hiperpigmentación adquirido que afecta, principalmente, a mujeres entre 30 y 40 años, con mayor frecuencia de fototipos altos. La prevalencia oscila entre 8.8 y 40%, y varía según la población<sup>75</sup>. La patogénesis del melasma no se ha dilucidado por completo, sin embargo, se menciona la exposición crónica a la radiación ultravioleta (UV) y la luz visible, así como la estimulación hormonal y factores genéticos<sup>75</sup>.

Histológicamente, se observa aumento de melanina en la epidermis o la dermis, además de hallazgos de fotoenvejecimiento como elastosis solar, disrupción de la membrana basal, aumento de la vascularización e incremento del número de mastocitos<sup>75</sup>.

La entrevistada menciona que los estudios que se han realizado sobre efectos negativos en la piel, a causa de la radiación por luz visible o azul, se han hecho con intensidades bastante altas y con tiempos de exposición bastante altos. Esto indica que las intensidades que afectan negativamente sobre la piel provocando problemas de

hiperpigmentación y fotoenvejecimiento en realidad son muy altas; que la radiación emitida por las computadoras, celulares y bombillos no alcanza a tener una intensidad tan alta como la utilizada en esos estudios. Al menos, no hay tanta evidencia que sustente que estos dispositivos emisores de radiación por luz azul pueden ser los causantes o los que empeoren problemas de hiperpigmentación en las personas.

La doctora también menciona que las hiperpigmentaciones y sus causas son multifactoriales y que es evidente que, si se logra disminuir al máximo la mayor cantidad de factores posibles que podrían sumarse al daño al que ya continuamente se exponen las personas con la radiación solar, será bastante beneficioso como prevención de que estas se vean empeoradas por el uso prolongado de dispositivos electrónicos como los utilizados diariamente.

#### **4.2.2.2 Ingredientes que deben poseer los fotoprotectores para que brinden una mayor protección frente a luz visible y azul, y fotoprotectores del mercado costarricense**

La entrevistada 2 explica que lo que se utiliza normalmente para brindar protección frente a la luz visible son los antioxidantes; y lo que se mide es la capacidad antioxidante del filtro solar. Entre los ejemplos de fotoprotectores de este tipo, ella menciona que la marca Eucerin presenta como ingrediente la Licochalcona A, cumpliendo la función de antioxidante; además, presentan un despigmentante llamado Tiamidol. Los filtros de Heliocare lo que incluyen es Fernblock, el cual es el complejo patentado del alga *Polypodium Leucotomos*, que cumple la función de antioxidante, también brinda un refuerzo al sistema inmunológico.

También menciona un fotoprotector de Isis Pharma de la línea de Neotone, el cual está bastante reforzado con antioxidantes. Esta capacidad antioxidante que poseen dichas moléculas y la capacidad de captar la longitud de onda de estos tipos de luz es lo que brindará protección contra la luz visible y azul.

Se ha encontrado que los protectores solares que contienen antioxidantes tópicos reducen la producción de especies reactivas de oxígeno (*reactive oxygen species*, ROS) citocinas y disminuyen la expresión de metaloproteinasas, tras la exposición a la luz UV y visible; siendo una combinación superior a la utilización aislada del protector solar. Incluso han demostrado proteger la piel de los efectos de la contaminación ambiental. Sin embargo, los antioxidantes tópicos están limitados por su difusión en la epidermis y su estabilidad. La incorporación de antioxidantes estabilizados a los protectores solares ha ganado popularidad y entre los más utilizados destacan: vitamina C, quercetina, aloe vera, silimarina, cromano (benzodihy dropyran), extracto de té verde, ginseng y extracto de *Polypodium leucotomos*<sup>65</sup>.

Las vitaminas más utilizadas son la vitamina C y la vitamina E. También se utilizan los carotenoides, pigmentos liposolubles que inhiben la producción de ROS que se genera en el proceso oxidativo y protegen frente al eritema. Los más conocidos son el betacaroteno (precursor de la vitamina A) y la astaxantina (elimina radicales libres y protege a los fibroblastos de lesiones fotoinducidas). También se encuentran polifenoles del té verde (que reduce el eritema, el edema cutáneo y la hiperqueratosis), flavonoides con propiedades fotoprotectoras, como la genisteína y la silimarina, isoflavonoides del trébol rojo o la apigenina y *Polypodium leucotomos*, procedente de un helecho centroamericano que ha demostrado sus propiedades inmunoprotectoras, antioxidantes, protectoras del ADN, fotoprotectoras y su actividad en el proceso de envejecimiento<sup>65</sup>.

Las fotoliasas son enzimas que tienen la propiedad de reparar los dímeros de pirimidina mutagénicos (DPM). Son enzimas de origen natural que se encuentran en bacterias, plantas y animales que experimentan alta exposición a la radiación ultravioleta, pero están ausentes en mamíferos placentarios. Reparar el ADN en presencia de flavonoides que actúan como cromóforos UV. Se utilizan fotoliasas encapsuladas en liposomas para mejorar su penetración a través del estrato córneo, combinadas con antioxidantes (efecto sinérgico) y filtros orgánicos<sup>65</sup>.

El protector solar ideal debe brindar protección UVA y UVB; evitar la producción de ERO (especies reactivas de oxígeno) por daño solar; y deben contener enzimas activas que estimulen la reparación del ADN. Así mismo, debe ser estable, seguro y fácil de aplicar de

manera uniforme; cosméticamente aceptable y resistente al agua, el sudor y la abrasión; no comedogénico, hipoalergénico y no absorbible; así como contar con precio accesible<sup>70</sup>.

Filtros orgánicos. El mercado ofrece numerosos filtros orgánicos e inorgánicos. Los primeros son sustancias que absorben energía solar, la cual estimula sus electrones haciéndolos entrar en una fase inestable que, posteriormente, se estabiliza devolviéndolos a su estado original. Durante este proceso, se libera energía en forma de calor. Suelen ser filtros de amplio espectro que dispersan, reflejan y absorben luz UV, y se clasifican según el espectro de radiación UV que bloquean<sup>70</sup>.

UVB:

Aminobenzonas. Su absorción máxima es 296 nm. Se ha cuestionado su seguridad debido a que es potencialmente carcinogénico<sup>70</sup>.

Cinamatos. Octinoxato es el compuesto para absorción UVB más potente (270-328 nm) y más ampliamente utilizado, además, su eficacia aumenta al encapsularlo en microesferas de metilmetacrilato<sup>70</sup>.

Octocrileno. Este compuesto cubre entre 290-360 nm y alcanza su pico en 307 nm; es decir, cubre el espectro de UVB a UVA2. Además de su amplitud de cobertura, es el mejor fotoestabilizador de avobenzona, lo que lo hace un ingrediente altamente utilizado en distintas formulaciones. Posee un excelente perfil de seguridad y ocasiona poca irritación, fototoxicidad y fotoalergia; sin embargo, se recomienda la vigilancia por informes de casos de dermatitis por contacto. Es un producto de escasa sustentividad y pierde su efecto con el agua y el sudor<sup>70</sup>.

Salicilatos. Octisalato, homosalato y salicilato de trolamina se encuentran en el grupo de compuestos con absorción estimada en alrededor de 300 nm (290-315). Son considerados débiles absorbentes de UVB, pero tienen un excelente perfil de seguridad, ya que no penetran el estrato córneo<sup>70</sup>.

UVA:

Benzofenonas. Compuestos como oxibenzona, dioxibenzona y sulisobenzona están incluidos en este grupo de cetonas aromáticas. Su espectro de protección es amplio, el rango de absorción de oxibenzona es 270-350 nm, con dos picos en 288 y 325 nm<sup>70</sup>.

Avobenzona. Su rango de protección oscila de 310 a 400 nm, de manera que abarca no solo todo el espectro UVA, sino parte del espectro UVB<sup>70</sup>.

Ecamsule. Es un protector solar de amplio espectro para UVA, con un rango de absorción en 345 nm; es decir, abarca todo el rango UVB y UVA, pero su máxima capacidad de absorción se encuentra en el rango de UVA<sup>70</sup>.

Los filtros inorgánicos, como dióxido de titanio y óxido de zinc, ofrecen algunas ventajas respecto de los orgánicos. Poseen un amplio espectro; dispersan, reflejan y absorben la luz UV; protegen contra la radiación infrarroja y abarcan hasta el rango de 380 nm. Son fotoestables por su grado predictivo de fotoprotección aun después de la exposición solar, y poseen poco potencial alergénico y de sensibilización. No obstante, debido a su baja aceptación cosmética y su alto grado de comedogenicidad, son poco aceptables<sup>70</sup>.

En la categoría de otros fotoprotectores, se encuentran las enzimas reparadoras de ADN como lo es la Endonucleasa T4 tipo V (T<sub>4</sub>N<sub>5</sub>). Es una enzima con capacidad de acelerar la reparación del ADN al administrarla intracelularmente. Su uso tópico en pacientes con xeroderma pigmentoso conduce a la reducción en tamaño o número de carcinomas basocelulares y las queratosis actínicas<sup>70</sup>.

Seguidamente, los antioxidantes tópicos pueden proteger la piel evitando la formación de ERO, ya que los radicales libres producidos endógenamente después de la exposición solar causan daños en el ADN, la membrana lipídica y las proteínas estructurales, lo que induce fotoenvejecimiento y fotocarcinogénesis<sup>70</sup>.

La aplicación tópica de vitamina C mejora la barrera epidérmica y se ha demostrado que evita el eritema posterior a la exposición solar. Su máximo nivel cutáneo se alcanza tres días después de la aplicación en concentraciones de 15%. También la aplicación de vitamina E (alfa-tocoferol) ha demostrado un buen efecto y reducción de eritema, fotoenvejecimiento, fotocarcinogénesis e inmunosupresión<sup>70</sup>.

La aplicación tópica de selenio aumenta la DME. La silimarina, por otra parte, contiene tres flavonoides, de los cuales, el principal es silibina, poderoso antioxidante que puede detener la formación de ERO y prevenir la oxidación lipídica y lipoproteica. Por último, los polifenoles del té verde son los antioxidantes más potentes que las vitaminas C y E<sup>70</sup>.

Se utilizan nuevas tecnologías como lo es la microencapsulación, con la cual es posible incrementar la seguridad y eficacia de los bloqueadores solares utilizando microencapsulación de ingredientes activos. Esta utiliza un recubrimiento de sílice para reducir el contacto de los ingredientes activos con la piel y disminuir el riesgo de las reacciones irritativas y alérgicas. Además, la microencapsulación puede resolver problemas de incompatibilidad entre ingredientes; incluso algunos polímeros que no absorben radiación UV pueden mejorar la eficacia del protector dispersándolo y aumentando su FPS<sup>70</sup>.

Los fotoprotectores orales como nicotinamida pueden ayudar bloqueando la radiación, además de que inhiben la producción de ATP y precipita una crisis energética que interfiere con la inmunidad de la piel y la reparación del ADN<sup>70</sup>.

El uso de un agente protector sistémico proporciona ventajas significativas, como una cobertura más uniforme de toda la superficie corporal total, independientemente de factores individuales como potencia de las cremas, cantidad aplicada, sudor o agua. Además, la combinación de diversos antioxidantes como las vitaminas C y E refuerzan su efecto fotoprotector, y algunos productos contienen combinaciones de antioxidantes con niveles fisiológicos de lípidos solubles en agua, carotenoides, vitamina C y E, selenio y proantocianidinas. La administración oral de estas preparaciones impide la expresión de la metaloproteína de matriz, refuerza la síntesis de colágeno y reduce la formación de arrugas<sup>70</sup>.

La doctora menciona que, cuando ella indica este tipo de fotoprotectores que brinden protección contra luz visible y luz azul, es porque el paciente tiene algún tipo de hiperpigmentación asociado o porque la persona así lo solicita. Se busca usualmente recomendar un fotoprotector no solo porque presenta protección contra luz visible y azul, sino porque también tienen a otros componentes asociados que benefician a esa patología en específico.

También la doctora entrevistada comenta que, como protección para estos tipos de luz, se encuentran todo lo que sean pigmentos, por ejemplo, el óxido de hierro. Todos los fotoprotectores que aporten color van a proteger de la luz visible y la luz azul por el pigmento que actúa como un escudo protector.

Los fotoprotectores son preparaciones que contienen filtros que reflejan o absorben las radiaciones UV para prevenir el daño de la luz solar sobre la piel. Se clasifican según los tipos de filtros que contienen, que pueden ser químicos (orgánicos) o físicos (inorgánicos)<sup>67</sup>:

**Filtros químicos:** contienen componentes que absorben las radiaciones UVB a través de reacciones químicas que producen calor o subproductos de degradación. Esta reacción se agota y, por este motivo, se debe aplicar con frecuencia. Muchos de ellos se absorben a través de la piel<sup>67</sup>.

**Filtros físicos:** son compuestos minerales que reflejan y dispersan las radiaciones UV como si hicieran una sombra sobre la piel. Los más empleados son el dióxido de titanio y el óxido de zinc. Los filtros inorgánicos se consideran más seguros y son los habitualmente recomendados, debido a que no se absorben a través de la piel. Estos filtros se pueden utilizar de forma segura en niños y embarazadas. Sin embargo, su principal inconveniente son sus características cosméticas, ya que, al aplicarlos, dejan la piel blanca y espesan las cremas dificultando el extenderlas<sup>67</sup>.

Entre los filtros admitidos en los productos cosméticos en la Unión Europea, se encuentran los filtros químicos u orgánicos como los derivados del PABA, los cinamatos, los salicilatos, las benzofenonas y los derivados del alcanfor; y los filtros físicos o inorgánicos son el dióxido de titanio y el óxido de zinc, los cuales brindan protección tanto para radiación UVB, UVA 1, UVA 2, mientras que los químicos protegen, principalmente, de la radiación UVB<sup>67</sup>.

#### **4.2.2.3 Características del paciente que se deben tomar en cuenta para recomendar un producto de fotoprotección**

La doctora menciona que lo primero que se debe considerar es el estado de piel o tipo de piel de cada persona, aunque el tipo, a veces, es complicado categorizarlo debido a que la piel sufre muchos cambios; entonces, es preferible hablar de un estado de piel.

También menciona que es importante tomar en cuenta el fototipo de piel de la persona; sin embargo, Costa Rica, al ser un país tropical, la doctora menciona que, sin importar el fototipo de piel de la persona, siempre recomienda fotoprotectores con un factor de protección solar alto, o sea, mayor a 50. Acá en Costa Rica la mayoría de las personas presenta un fototipo de II o III, pero aun así la intensidad de las luces ultravioleta alrededor del año es bastante alta.

Un factor sumamente importante que menciona la doctora es conocer si la persona tiene alguna patología de fondo, ya sea acné, rosácea, dermatitis seborreica o dermatitis atópica. Además de esto, es importante conocer la rutina que esa persona está siguiendo, ya que se tiene que escoger el filtro que se ajuste bien a esa rutina del paciente y también el estilo de vida que lleva esa persona; ya sea que esta haga deporte al aire libre, si se maquilla con frecuencia (en este caso, para las mujeres que se quieren replicar el fotoprotector sin dañar el maquillaje, pueden optar por los de brochas que vienen en polvo o las brumas).

El acné es una enfermedad inflamatoria común de la piel que afecta las unidades pilosebáceas de esta que puede dejar al paciente graves cicatrices<sup>76</sup>. Por su parte, la rosácea es una enfermedad inflamatoria crónica de la piel que afecta principalmente a las mejillas, la nariz, el mentón y la frente. Las manifestaciones incluyen eritema facial persistente, pápulas, pústulas, telangiectasias y rubor recurrente<sup>77</sup>.

La dermatitis seborreica (DS) es una dermatosis crónica y recidivante que afecta a cerca del 3% de la población. Generalmente, se inicia después de la adolescencia y evoluciona por episodios entrecortados por remisiones<sup>78</sup>.

Estos episodios pueden aparecer espontáneamente o desencadenarse debido al estrés, las contrariedades, un esfuerzo o un tóxico irritante. Esta dermatosis se caracteriza por lesiones eritematoescamosas que aparecen en las regiones donde la actividad sebácea es máxima, en la parte media de la cara, en especial en el surco nasogeniano, el pliegue

sublabial, las cabezas de las cejas, el límite anterior del cuero cabelludo y la cara anterior del tronco<sup>78</sup>.

Teniendo en cuenta su carácter aparente y crónico, esta dermatosis tiene una repercusión negativa consecuente sobre la calidad de vida. Su causa es multifactorial en la que están implicadas la seborrea, la modificación de la flora cutánea y la susceptibilidad individual del huésped<sup>78</sup>.

Las principales indicaciones de la fotoprotección como tratamiento se encuentran en las fotodermatosis; es decir, en aquellas enfermedades de la piel que tienen una respuesta cutánea anormal tras la exposición a la radiación electromagnética. Como se muestra en la siguiente tabla<sup>63</sup>:

**Tabla 6. Tipos de fotodermatosis y mecanismo de acción**

<b>Fotodermatosis</b>	<b>Mecanismo de producción</b>
<b>Genéticas</b>	Reparación defectuosa del ADN
Xeroderma pigmentoso	
<b>Metabólica</b>	Por fotosensibilizante endógeno
Porfirias	
<b>Exógena</b>	Por fotosensibilizante exógeno tópico o sistémico
<b>Reacciones alérgicas</b>	Inmunológico
<b>Reacciones fototóxicas</b>	No inmunológico
<b>Idiopáticas</b>	Probablemente inmunológico
Erupción polimorfa lumínica	
Prurigo actínico	
Hidroa vacciniiforme	
Dermatitis actinicia crónica	
Urticaria solar	

Fuente: elaboración propia con base en la referencia<sup>63</sup>.

En el grupo de fotoprotección como prevención primaria, se encuentran los individuos susceptibles de padecer efectos patológicos cutáneos por estos rayos, a corto (quemadura solar) o largo plazo (fotoenvejecimiento cutáneo, cáncer de piel) tanto por su fototipo como por medicamentos sistémicos o tópicos, por técnicas terapéuticas o estéticas

que contraindican la exposición solar (láser, *peeling*, terapia fotodinámica), así como como por inmunosupresión congénita o adquirida por enfermedad o medicamento<sup>63</sup>.

**Tabla 7. Principales grupos de medicamentos fotosensibilizantes**

Medicamento	De uso tópico	De uso sistémico
AINE	X	X
Ansiolíticos		X
Antibióticos	X	
Anticonceptivos		X
Antidepresivos		X
Antiepilépticos		X
Antifúngicos		X
Antihipertensivos		X
Antihistamínicos	X	X
Antineoplásicos	X	X
Antipsicóticos		X
Antivíricos		X
Filtros solares orgánicos	X	
Retinoides	X	X

Fuente: elaboración propia con base en la referencia<sup>63</sup>.

En el grupo de fotoprotección como prevención secundaria se encuentran las enfermedades que se agravan por acción de la luz, y los pacientes con fotoenvejecimiento<sup>63</sup>:

**Tabla 8. Principales dermatosis susceptibles de agravarse por la radiación electromagnética**

Acné polimorfo
Cáncer cutáneo no melanoma
Dermatitis atópica
Dermatomiosis
Eritema polimorfo
Herpes simple
Lupus eritematoso
Melanoma
Melasma
Pelagra
Poroqueratosis actínica
Psoriasis

Queratosis actínica
Rosácea
Vitíligo

Fuente: elaboración propia con base en la referencia<sup>63</sup>

#### **4.2.2.4 Información errónea que tiene la población sobre fotoprotección**

Una de las creencias que tiene la población, que menciona la doctora, es que todos los filtros solares van a ser pegajosos y dejarán blanca la piel, incluso muchos farmacéuticos piensan de esta misma manera.

También menciona que existe mucha mala información en redes sociales, ya que varias personas compran algún filtro porque otra lo usa y tal vez no es el más adecuado para el tipo de piel de esa otra persona. Las redes sociales influyen y muchas veces generalizan recomendaciones que realmente deberían ser personalizadas.

Otro error que cometen las personas y comenta la entrevistada es pensar que pueden ponerse una cantidad muy pequeña de protector solar y con eso será suficiente, cuando en realidad la cantidad para protegerse cara y cuello son dos dedos de protector solar completos.

Otra creencia que tienen las personas, como indica la doctora entrevistada, es que la duración de los fotoprotectores solares que utilizan será para todo el día, cuando realmente lo adecuado y recomendable es realizar la replicación de este cada dos horas. Además, menciona la entrevistada que las personas desconocen los tipos de radiaciones que existen y no saben leer las etiquetas de los protectores solares, para conocer cuál es la finalidad de cada símbolo en la etiqueta.

#### **4.2.2.5 Aumento de la consulta por productos para manchas u otras lesiones en piel, en el tiempo de pandemia**

Lo que comentó la entrevistada fue que sí hubo un aumento en la consulta porque las personas se dieron cuenta y comenzaron a leer más sobre los efectos de la radiación por la luz azul de las pantallas tanto de computadoras como celulares, tabletas... Por lo cual, las personas, al enterarse de que había una posibilidad de que las pantallas les estuvieran manchando la piel, entonces, acudieron más a consulta y a preguntar por más productos.

La doctora menciona que ella considera que durante la pandemia ocurrió el efecto contrario, que las manchas en la cara de las personas disminuyeron debido a que se encontraban todo el tiempo en sus hogares y tenían más tiempo para cuidarse la piel y utilizar productos que normalmente no usaban antes, además de que no se estaban expuestas directamente a la radiación solar.

#### **4.2.2.6 Mejor educación a la población sobre fotoprotección**

La entrevistada comenta que se deberían hacer más campañas de fotoprotección; también el consejo farmacéutico es de gran importancia, los regentes deberían darle la indicación correcta al paciente sobre cómo debe usarse, al igual que se hace con los medicamentos. De igual forma, el Ministerio de Salud, al ser temporada alta en que las personas van de vacaciones a la playa, deberían realizar campañas de información (anuncios en redes sociales) para concientizar más a la población, al igual que realizar protocolos como el que se está desarrollando en el presente trabajo es de gran importancia y aportará bastante en el tema.

#### **4.2.2.7 Tipos de fotoprotectores para pacientes con ciertos tipos de afecciones en la piel y sus cuidados**

La doctora indica que si es un paciente con rosácea, se deberían utilizar fotoprotectores minerales y es importante considerar en estos pacientes, así como en los que tengan lesiones en la piel, rojeces, dermatitis; que esto ocasiona muchos problemas de autoestima; ya que la persona no se siente segura con su piel y sería adecuado recomendar filtros que sean de alta cobertura o fotomaquillajes que aporten protección, pero que también ayuden a cubrir este tipo de lesiones o afecciones en piel.

Cuando se tienen pacientes con dermatitis seborreica, se deben utilizar filtros con base en agua, ya que usualmente se utilizan filtros químicos en aceites. Por su parte, en dermatitis atópica, se pueden utilizar minerales o químicos solo si la persona los tolera, pero que sean adecuados para pieles sensibles, comenta la doctora entrevistada.

También menciona la entrevistada que, cuando se tiene acné o tendencia acnéica, se deberían utilizar fotoprotectores que sean *oil free*, o sea que sean acuosos y no de base

aceitosa. También hay pacientes con tendencia acnéica a quienes los filtros químicos pueden generarles aparición de brotes; entonces, hay que probar si los filtros le generan brotes y si fuera el caso, utilizar fotoprotectores minerales sin aceite.

**Tabla 9. Categorías de los filtros solares según la FDA**

<b>Categoría I GRASE</b>
Óxido de zinc y óxido de titanio
<b>Categoría II NO GRASE</b>
Ácido paraaminobenzoico (PABA) y salicilato de trolamina. Han sido propuestos para su prohibición inmediata
<b>Categoría III. No se les considera inseguros y se pueden seguir utilizando</b>
Cinoxato, dioxibenzona, ensulizol, homosalato, meradimato, octinoxato, octisalato, octocrileno, padimato o, sulisobenzona, oxibenzona y avobenzona
<b>GRASE: Generalmente reconocido como efectivo y seguro.</b>

Fuente: elaboración propia con base en la referencia<sup>78</sup>.

Los protectores solares funcionan al contener un ingrediente activo que absorbe la radiación solar en el rango de 290 a 400 nm. Estos se clasifican como físicos o químicos según su ingrediente activo<sup>65</sup>.

En los fotoprotectores físicos o minerales, el ingrediente activo es un compuesto inorgánico que actúa reflejando o dispersando físicamente la RUV. Los más comunes utilizados en la actualidad son el óxido de zinc y el dióxido de titanio que ofrecen protección más amplia frente a los rayos UVA y UVB y son menos propensos a causar irritación, haciéndolos más adecuados para pieles sensibles<sup>65</sup>.

Con nuevos materiales de revestimiento innovadores, la reducción nanométrica del tamaño de las partículas y una formulación hábil que implica el uso de óxidos de hierro, en este momento, es posible crear productos con una estética atractiva y con los beneficios de la protección mineral. A pesar de su reducido tamaño, estas nanopartículas no penetran a través de la piel sana intacta y se limitan, principalmente, al estrato córneo<sup>65</sup>.

El ingrediente activo de los fotoprotectores químicos u orgánicos es un compuesto orgánico que funciona absorbiendo la RUV y disipando la energía como calor o luz. La mayoría absorbe la radiación UVB, algunos absorben el rango UVA2 y solo hay un protector

solar orgánico aprobado por la FDA, el cual es la avobenzona, que absorbe en el rango UVA1. Son los protectores solares más comunes en el mercado y estos productos químicos incluyen cinoxato, dioxibenzona, ensulizol, homosalato, merodimato, octinoxato, octisalato, octocrileno, podimato O, sulisobenzona, oxibenzona y avobenzona, generalmente formulados en diversas combinaciones <sup>65</sup>.

Desafortunadamente, la creciente evidencia sugiere que existen numerosos efectos negativos asociados con el uso de protectores solares químicos, como reacciones alérgicas cutáneas, neurotoxicidad y efectos hormonales perjudiciales <sup>65</sup>. En 2014, las benzofenonas fueron nombradas “alergenos del año” por la Sociedad Americana de Dermatitis de Contacto. De todos los filtros UV, son la causa más común de fotoalergia y reacciones de alergia de contacto <sup>65</sup>.

Dados los altos estándares que deben cumplir los protectores solares, se han desarrollado nuevos compuestos y combinaciones, en un esfuerzo por prevenir la fotodegradación, proporcionar protección de amplio espectro y seguir los límites máximos de filtro de la FDA dentro de los protectores solares. Un ejemplo de esto es la adición de octocrileno para prevenir la destrucción del compuesto fotosensible avobenzona o el desarrollo en la última década del ecamsule (Mexoryl SX); un filtro químico apto para pieles sensibles, siendo el filtro idóneo para fórmulas específicas de niños <sup>65</sup>.

En la nomenclatura específica que poseen los fotoprotectores solares, se encuentra el factor de protección solar; la cual es una medida de laboratorio de la eficacia del protector solar que se basa en el eritema. Es una medida de protección UVB. Se define como la proporción entre la menor cantidad de RUV requerida para producir un mínimo eritema en la piel protegida con protector solar (dosis eritematógena mínima, DEM) y la requerida para producir el mismo eritema en la piel sin protección <sup>65</sup>.

El factor de protección UVA en los envases aparece como un símbolo UVA rodeado por un círculo que indica que cumple con la recomendación europea; esta sugiere un mínimo de un tercio del factor de protección solar. También puede expresarse con cruces y a mayor número de signos +, mayor protección <sup>65</sup>.

La fotoestabilidad es la ausencia de degradación de la molécula durante la exposición solar, lo que asegura una protección idéntica a lo largo del tiempo. La estabilidad fotoquímica es la característica más importante de un filtro UV efectivo, por dos motivos: por un lado, su descomposición inducida por la luz reduce su efecto fotoprotector. Por otro lado, puede provocar fenómenos de fotoalergia y fototoxicidad, debido a la interacción de productos fotodegradados con excipientes del fotoprotector, componentes de la piel, formación de nuevas moléculas con propiedades toxicológicas desconocidas o incluso la fotoinestabilidad de un fotoprotector puede producir la formación de radicales libres que podrían tener efectos tóxicos o mutagénicos sobre las células. Finalmente, los filtros minerales son fotoestables y no se degradan con la exposición solar<sup>65</sup>.

La sustentividad o permanencia se refiere a la capacidad de un protector solar para permanecer efectivo en presencia de condiciones adversas, principalmente, agua y sudor. La etiqueta “resistente al agua” (40 min) o “muy resistente al agua” (80 min) se proporciona para reflejar las pruebas reales de resistencia al agua que deben realizarse. Por su parte, la resistencia al sudor se mide antes y después de 30 minutos de hipersudoración en una sauna<sup>65</sup>.

Por último, se tienen las texturas, el vehículo del protector solar es crítico para su eficacia y absorción. La formulación de un protector solar está determinada, principalmente, por el sistema emulsionante. Los productos de emulsión como lociones, cremas y cremas de gel son los más populares. Así mismo, el tipo de emulsión puede ser aceite en agua (O/W) fase externa acuosa, o agua en aceite (W/O) fase externa oleosa. A menudo se prefieren los sistemas O/W, debido a su sensación más ligera en la piel y no son comedogénicos. Sin embargo, la emulsión W/O es la formulación recomendada para lograr la mayor resistencia al agua<sup>65</sup>.

#### **4.2.2.8 Oportunidades de mejora para los regentes en asesoramiento sobre fotoprotección**

La entrevistada menciona que ella considera que lo que les hace falta es más información, pero más que todo requieren iniciativa en querer buscar más conocimiento sobre

el tema y capacitarse mejor al respecto por su propia cuenta, porque información hay bastante y actualizada.

Muchas veces, los regentes desconocen sobre el tema porque no tienen la suficiente iniciativa en querer informarse más, porque no les parece tan relevante saberlo o porque prefieren dejarle el área completamente a los dermatólogos; cuando la realidad es que deberían ir de la mano, ya que los farmacéuticos son los expertos en principios activos y productos farmacéuticos. Entonces, deberían apoyar a los dermatólogos aprendiendo más sobre los productos que tienen en sus farmacias y asesorando bien a los pacientes sobre los ingredientes que poseen, así como los posibles efectos que podrían presentar dependiendo del paciente que lo utilice.

#### **4.2.2.9 Mayor aprendizaje sobre fotoprotección para futuros farmacéuticos**

La doctora considera que sí es importante la implementación de cursos en las universidades sobre este tema y otros relacionados a cuidados de la piel, pero como cursos electivos, ya que no todos los estudiantes de farmacia van a dedicarse a algo relacionado al tema en el futuro y se van a enfocar en otras áreas en las que, posiblemente, no sea necesario que tengan un conocimiento sobre esto.

Ella menciona que este tema se puede introducir como algo básico en un curso como lo es farmacia comunitaria, donde los estudiantes puedan conocer lo básico al respecto. También, indica que considera importante que, en Costa Rica, los farmacéuticos se introduzcan más en esto y muestren que como farmacéuticos tienen la base de conocimiento sobre el tema. Así mismo, que, así como se dispensan medicamentos, también se puede dar una asesoría sobre este tipo de productos de cuidado de la piel, ya que es algo necesario e importante.

Es muy importante que como profesionales de la salud brinden consejos que puedan beneficiar al paciente, entonces, es trascendental que se conozca al menos lo básico respecto al tema de cuidados de la piel porque, además, en Costa Rica los farmacéuticos están dejando perder ese campo, ya que los dermatólogos han tomado el espacio que incluso les corresponde a estos, no solamente en el área de recomendación de estos productos, sino también en el proceso de formulaciones magistrales; lo cual debería realizar el farmacéutico y no el dermatólogo, y se está perdiendo ese campo por motivos de desconocimientos<sup>79</sup>.

Como profesional de la salud, el farmacéutico tiene un papel muy importante en la prevención del daño solar cutáneo de sus pacientes. Sus profundos conocimientos sobre los distintos principios activos y la piel, su credibilidad profesional y la confianza que sus consejos inspiran lo convierten en un actor privilegiado para llevar a cabo una labor de concientización e información a la sociedad sobre los riesgos para la salud de las radiaciones solares<sup>79</sup>.

En ese sentido, el farmacéutico puede ayudar al consumidor a averiguar su fototipo y, tras valorar sus hábitos y condiciones de exposición al sol, su tipo de piel y la presencia o no de alguna patología cutánea o su situación vital, debe ofrecerle las soluciones más adecuadas para una protección personalizada, eficiente y segura frente al sol<sup>79</sup>.

Los programas escolares son clave para mejorar el comportamiento respecto a la exposición solar desde la infancia. Programas educativos en Australia, Estados Unidos o en España han logrado mejorar los conocimientos, las actitudes y, sobre todo, las prácticas de fotoprotección de los escolares, así como reducir las quemaduras solares en la población diana. La OMS anima a los gobiernos a desarrollar políticas de fotoprotección. Asimismo, recomienda crear sistemas de evaluación con un conocimiento público de aquellos centros con medidas adecuadas, para motivar a los centros escolares a promover la fotoprotección<sup>79</sup>.

## **CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## Conclusiones

- A partir de la exhaustiva revisión realizada para la presente investigación en distintos motores de búsqueda de carácter académico, además de entrevistas a dos especialistas en temas de fotoprotección, se expone que los principales riesgos a la salud que pueden derivarse de luz visible y luz azul son problemas de fotoenvejecimiento y de hiperpigmentación. Esto debido a que la luz visible, al tener una longitud de onda de 380-780 nm, puede penetrar capas más profundas de la piel, generando especies reactivas de oxígeno que, a su vez, provocan fotoenvejecimiento en las personas. Además del fotoenvejecimiento que produce la exposición a luz visible, también empeora los signos del melasma, ya que se aumenta la producción de hormona estimulante de melanina, debido a la exposición solar.
- Pacientes que deben tener principal cuidado y utilizar fotoprotección que les brinde la adecuada protección contra luz visible son aquellos que tienen melasma. Además, los pacientes que presentan enfermedades fotosensibilizantes y que toman medicamentos fotosensibilizantes, ya que pueden ver empeorados los síntomas al exponerse a la radiación, por lo que deben tener cuidado incluso al estar dentro de sus casas, ya que se exponen a radiación al estar cerca de ventanas o al utilizar dispositivos electrónicos como computadoras, celulares o tabletas.
- Entre los medicamentos que son fotosensibilizantes, se encuentran los antiinflamatorios no esteroideos (AINE), los ansiolíticos, antibióticos, anticonceptivos, antidepresivos, antiepilépticos, antifúngicos, antihipertensivos, antineoplásicos, antipsicóticos, antivíricos y retinoides. Hay que tener cuidado si se está utilizando alguno de los medicamentos de estas categorías, ya que eso significa que se debe tener una mayor protección frente a las radiaciones.
- Personas que padezcan enfermedades fotosensibles como lo es el lupus, deben tener extremo cuidado con la radiación, ya que la luz podría activarlo y desencadenar insuficiencia renal o alguna complicación relacionada a la enfermedad. Por esta

razón, dichos pacientes deben utilizar fotoprotectores que le brinden la máxima protección posible y utilizarlos de la manera correcta para que puedan tener la protección deseada.

- Aparte de los filtros físicos y químicos, se tienen filtros reforzados con antioxidantes. Estos últimos brindan una protección mejor contra luz visible y azul, ya que estas moléculas presentes en dichos fotoprotectores captan la longitud de onda presente en estos tipos de luz y así brindan una protección contra estos.
- Existen fotoprotectores que poseen ciertas enzimas reparadoras del ADN, las cuales funcionan para los pacientes que tienen mucho daño solar (como personas que se dedican a la agricultura y están expuestas todo el día a la radiación solar) o pacientes con cáncer. Su función es detectar cambios que ocurran celularmente y con esto poder revertirlos.
- Al realizar las encuestas a los regentes de farmacia, se concluyó que la mayoría de estos no posee un conocimiento adecuado sobre la correcta utilización de fotoprotectores solares y todos estuvieron de acuerdo con que una guía sobre la correcta utilización de estos sería una gran herramienta para dar un mejor asesoramiento a los pacientes.
- Los farmacéuticos son el personal de salud de primera línea con el paciente, así que deben estar informados sobre el tema de fotoprotección, para dar un buen asesoramiento y que este pueda estar satisfecho con sus productos y el cuidado que le brindan a su piel, ya que muchas veces una consulta dermatológica resulta difícil de costear y las farmacias son los lugares a los que los pacientes acuden en primer lugar a consultar al farmacéutico.

## Recomendaciones

- Se recomienda a los pacientes con enfermedades como melasma, enfermedades fotosensibles o que toman medicamentos fotosensibilizantes, que consulten por los fotoprotectores que les brinden la mayor protección para evitar posibles complicaciones, debido a la afectación que puede ocurrir secundaria a exponerse a radiación.
- A pacientes que toman medicamentos de forma crónica, es relevante que consulten si estos tienen efectos fotosensibilizantes, ya que es importante que se protejan incluso más que las personas que no toman este tipo de medicamentos, debido a que los hacen más sensibles a todos los efectos negativos que se producen por la exposición a la radiación.
- Es importante que los pacientes sean asesorados para elegir el fotoprotector que más se adapte a sus necesidades y características de piel, con el fin de que se sientan cómodos utilizando el producto y, de esa forma, lo utilicen de la manera correcta, utilizando la cantidad de fotoprotector adecuada y realizando la reaplicación cada dos horas para una mejor protección de la piel.
- Se recomienda la utilización de fotoprotectores que estén reforzados con antioxidantes, ya que estos van a brindar una extra-protección contra luz visible y azul; además, son fotoprotectores que se podrían utilizar en las poblaciones de mayor riesgo por exposición a radiaciones.
- Se recomienda a los pacientes que tienen mucho daño solar o cáncer de piel, que utilicen los fotoprotectores que poseen las enzimas reparadoras del ADN. Algunos ejemplos de estos fotoprotectores son el Umbrella Intelligent, el Heliocare 360 AK Fluid o el AKNMD.
- Se recomienda una mayor capacitación a los regentes de farmacia, porque esta área del cuidado de la piel es abarcada totalmente por los dermatólogos, cuando los farmacéuticos deberían ser parte realizando asesoría a los pacientes o las preparaciones magistrales que muchos dermatólogos realizan y deberían ser hechas por los mismos regentes farmacéuticos.

- Se recomiendan más campañas que concienticen sobre el tema de la protección de la piel de las radiaciones, no solamente cuando se va a ir a vacacionar, sino a diario, tanto al estar dentro de casas o trabajos como al salir, porque se está constantemente expuestos a radiaciones tanto UV como radiación por luz visible y azul.

## **CAPÍTULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. Sadowska M, Narbutt J, Lesiak A. Blue Light in Dermatology. Multidisciplinary Digital Publishing Institute [Internet]. 2021 [citado el 12 de junio del 2022]; 11 (7): 670. DOI: <https://doi.org/10.3390/life11070670>
2. Cháves López Z. Medscape [Internet]. Estados Unidos: Chaves López Z; 2021 [consultado el 12 de junio del 2022]. Luz azul: ¿Cuáles son los efectos de las pantallas en nuestra piel?; 4 páginas. Disponible en: [https://espanol.medscape.com/verarticulo/5906620?reg=1#vp\\_1](https://espanol.medscape.com/verarticulo/5906620?reg=1#vp_1)
3. Organización Panamericana de la Salud. Propuesta de Plan Básico de Educación Farmacéutica y competencias del farmacéutico para la práctica profesional [Internet]. Washington, D.C: Organización Panamericana de la Salud; 2017 [consultado el 15 de junio del 2022]. Propuesta de Plan Básico de Educación Farmacéutica y competencias del farmacéutico para la práctica profesional; 57 páginas. Disponible en: [https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/49137/OPSHSS17038\\_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/49137/OPSHSS17038_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
4. Mahmoud H, Hexsel L, Hamzavi H, Lim H. Effects of Visible Light on the skin. Wiley Online Library [Internet]. 2018 [citado el 12 de junio del 2022]; 84 (2) 450-462. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1751-1097.2007.00286.x>
5. Holzman D. What's in a Color? The Unique Human Health Effects Of Blue Light. Environ. Health Perspect. [Internet]. 2018 [citado el 12 de junio del 2022]; 118 (1) 22-27. DOI: <https://doi.org/10.1289/ehp.118-a22>
6. Carvajal C. Especies reactivas del oxígeno: formación, función y estrés oxidativo. Medicina, piña [Internet]. 2019 [citado el 16 de junio del 2022]; 36 (1): 91-100. Disponible en: [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1409-00152019000100091](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-00152019000100091)
7. Pourang A, Tisack A, Ezekwe N, Torres A, Kohli, Hamzavi H, Lim H, Wil. Effects of visible light on mechanisms of skin photoaging. Photodermatology, Photoimmunology & Photomedicine [Internet]. 2021 [citado el 14 de junio del 2022]; 38 (3): 191-196. DOI: <https://doi.org/10.1111/phpp.12736>

8. Vandersee S, Beyer M, Lademann J, Darvin M. Blue-Violet Light Irradiation Dose Dependently Decreases Carotenoids in Human Skin, Which Indicates the Generation of Free Radicals. *Oxid. Med. Cell. Longev* [Internet]. 2015 [citado el 15 de junio del 2022]; 2015: 579675. DOI: <https://doi.org/10.1155/2015/579675>
9. Gilaberte Y, Coscojuela C, Sáenz M, González S. Fotoprotección. *Actas Dermosifilogr.* [Internet]. 2003 [citado el 15 de junio del 2022]; 94 (5): 271-293. Disponible en: <https://www.actasdermo.org/es-fotoproteccion-articulo-13048173>
10. Beirana Palencia A. EFE: Agencia EFE [Internet] México: Sánchez C; 2020 [consultado el 14 de junio del 2022]. Baja cultura de fotoprotección ha aumentado la incidencia de cáncer de piel; 1 página. Disponible en: <https://www.efe.com/efe/america/mexico/baja-cultura-de-fotoproteccion-ha-aumentado-incidencia-cancer-piel/50000545-4192821>
11. Rinnerthaler M, Bischof J, Streubel M, Trost A, Richter K. Oxidative Stress in Aging Human Skin. *Multidisciplinary Digital Publishing Institute* [Internet]. 2015 [citado el 12 de junio del 2022]; 5 (2): 545-589. DOI: <https://doi.org/10.3390/biom5020545>
12. Oplander C, Hidding S, Werners F, Born M, Pallua N, Suschek C. Effects of blue light irradiation on human dermal fibroblasts. *Elsevier Oceanogr. Ser.* [Internet]. 2018 [citado el 12 de junio del 2022]; 103 (2): 118-125. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2011.02.018>
13. Campiche R, Curpen S, Lutchmanen S, Gougeon R, Cherel M, Laurent M et al. Pigmentation effects of blue light irradiation on skin and how to protect against them. *International Journal Of Cosmetic Science* [Internet]. 2020 [citado el 12 de junio del 2022]; 42 (4): 399-406. DOI: <https://doi.org/10.1111/ics.12637>
14. Bello L, Fávero P, da Silva G, Martin A. Effect of blue light irradiation on human skin by in vivo confocal Raman spectroscopy. *Biomedical Vibrational Spectroscopy* [Internet]. 2020 [citado el 12 de junio del 2022]; 11236: 62-67. DOI: <https://doi.org/10.1117/12.2552836>
15. Chamayou C, DiGiorgio C, Brack O, Doucet O. Blue Light induces DNA damage in normal human skin keratinocytes. *Wiley Online Library* [Internet]. 2022 [citado el 12 de junio del 2022]; 38 (1): 69-75. DOI: [10.1111/phpp.12718](https://doi.org/10.1111/phpp.12718).

16. Bonnans M, Fouque L, Pelletier M, Chabert R, Pinacolo S, Restellini L et al. Blue Light: Friend or foe?. Wiley Online Library [Internet]. 2020 [citado el 12 de junio del 2022]; 12: 112026. DOI: 10.1016/j.jphotobiol.2020.112026.
17. Coats J, Maktabi B, Abou M, Baki G. Blue Light Protection, Part II- Effects of blue light on the skin. J Cosmet Dermatol. [Internet]. 2020 [citado el 12 de junio del 2022]; 20 (3): 718-723. DOI: 10.1111/jocd.13854.
18. Castellanos J, Valbuena M, Pérez J. Luz visible, una visión desde la dermatología. Dermatología Revista Mexicana [Internet]. 2021 [citado el 12 de junio del 2022]; 65: 44-62. DOI: 10.24245/dermatolrevmex.v65i1.5048
19. Guan L, Lim H, Mohammad T. Sunscreens and Photoaging: A Review of current literature. Am J Clin Dermatol [Internet]. 2021 [citado el 12 de junio del 2022]; 22 (6): 819-828. DOI: 10.1007/s40257-021-00632-5
20. Lyons A, Trullas C, Kohli I, Hamzavi I, Lim H. Photoprotection beyond ultraviolet radiation: A review of tinted sunscreens. Journal of the American Academy of Dermatology [Internet]. 2021 [citado el 12 de junio del 2022]; 84 (5): 1393-1397. DOI: 10.1016/j.jaad.2020.04.079
21. Chauhan A, Gretz N. Role of Visible Light on Skin Melanocytes: A Systematic Review. Wiley Online Library [Internet]. 2021 [citado el 12 de junio del 2022]; 97 (5): 911-915. DOI: 10.1111/php.13454
22. Shanthi N, Indermeet K, Iltefat H, Henry L. Visible light in photodermatology. Photochem. Photobiol. Sci. [Internet]. 2020 [citado el 29 de setiembre del 2022]; 19 (especial): 99-104. DOI: 10.1039/c9pp00425d
23. Campos Cruz V. Photoprotection of athletes in Costa Rica: a silent problem. Rev Hisp Cienc Salud. [Internet]. 2016 [citado el 29 de setiembre del 2022]; 2 (1): 105. Disponible en: <https://www.uhsalud.com/index.php/revhispano/article/view/121/75>
24. Arias Arguello A. Revisión de trastornos pigmentarios cutáneos. Revista Centroamericana para Ciencias de la Salud. [Internet]. 2020 [citado el 29 de setiembre del 2022]; 16 (16): 72-85. Disponible en: <https://www.cronicascientificas.com/index.php/ediciones/edicion-vi-mayo-agosto-2017/26-ediciones/279-revision-de-trastornos-pigmentarios-cutaneos>

25. Garzona L, Garzona G. Uso de cámaras de bronceado y cáncer de piel. *Rev. costarric. salud pública* [Internet]. 2017 [citado el 29 de setiembre del 2022]; 26 (1): 1409-1429. Disponible en: [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S1409-14292017000100022&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S1409-14292017000100022&script=sci_arttext)
26. Gavidia V, Talavera M. La construcción del concepto de salud. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales* [Internet]. 2015 [citado el 29 de setiembre del 2022]; (26): 161-175. DOI: 10.7203/DCES.26.1935
27. Herrero Jaén S. Formalización del concepto de salud a través de la lógica: impacto del lenguaje formal en las ciencias de la salud. *Ene* [Internet]. 2016 [citado el 16 de junio del 2022]; 10 (2). Disponible en: [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1988-348X2016000200006](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1988-348X2016000200006)
28. Frenk J. *La Salud de la Población* [Internet]. 1a ed. México: Fondo de Cultura Económica; 2016 [consultado el 29 de setiembre del 2022]. Disponible en: [https://books.google.co.cr/books?hl=es&lr=&id=IV-\\_DAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT34&dq=salud+&ots=ytHtZT8Xcv&sig=GVuAfb\\_Lqv5mkYRd7ba2LV0P2cU&redir\\_esc=y#v=onepage&q=salud&f=false](https://books.google.co.cr/books?hl=es&lr=&id=IV-_DAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT34&dq=salud+&ots=ytHtZT8Xcv&sig=GVuAfb_Lqv5mkYRd7ba2LV0P2cU&redir_esc=y#v=onepage&q=salud&f=false)
29. Franco Giraldo A. El rol de los profesionales de salud en la atención primaria en salud (APS). *Rev. Fac. Nac. Salud Pública* [Internet]. 2015 [citado el 29 de setiembre del 2022]; 33 (3): 414-424. DOI: 10.17533/udea.rfnsp.v33n3a11
30. Campbell E, Marmot M. Liderazgo, determinantes sociales de la salud y equidad en la salud: el caso de Costa Rica. *Rev Panamá Salud Pública* [Internet]. 2021 [citado el 29 de setiembre del 2022]; 45: 101. DOI: 10.26633/RPSP.2021.101
31. Hudson L, Rashdan E, Bonn C, Chaván B, Rawlings D, Birch M. Individual and combined effects of the infrared, visible and ultraviolet light components of solar radiation on damage biomarkers in human skin cells. *The FASEB Journal* [Internet]. 2020 [citado el 29 de setiembre del 2022]; 34 (3): 3874-3883. DOI: <https://doi.org/10.1096/fj.201902351RR>
32. Mattsson M, Jung T, Proykova A. Comisión Europea [Internet]. Europa: Cogeneris Sprl; 2012 [consultado el 16 de junio del 2022]. *Health Effects of Artificial Light*; 118 páginas. Disponible en:

[https://ec.europa.eu/health/scientific\\_committees/opinions\\_layman/artificial-light/es/acerca-luz-artificial.htm](https://ec.europa.eu/health/scientific_committees/opinions_layman/artificial-light/es/acerca-luz-artificial.htm)

33. Regazzetti C, Sormani L, Debayle D, Bernerd F, Tulic M, De Donatis GM et al. Melanocytes Sense Blue Light and Regulate Pigmentation through Opsin-3. *Journal of Investigative Dermatology* [Internet]. 2018 [citado el 29 de setiembre del 2022]; 138 (1): 171-178. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jid.2017.07.833>
34. Vallejo A, Perdomo T, Peñafiel M. Radiofrequency waves exposure and health changes. *Rev Ecuat Neurol* [Internet]. 2017 [citado el 16 de junio del 2022]; 26 (1): 61-66. Disponible en: [http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2631-25812017000300061](http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2631-25812017000300061)
35. Castellanos J, Valbuena M, Pérez J. Luz visible, una revisión desde la dermatología. *Dermatol Rev Mex* [Internet] 2021 [citado el 2 de julio del 2022]; 65 (1): 44-52. Disponible en: [https://www.researchgate.net/profile/Jorge-Castellanos-Angarita/publication/359325983\\_Luz\\_visible\\_una\\_vision\\_desde\\_la\\_dermatologia/links/6234a9cf72d413197a320837/Luz-visible-una-vision-desde-la-dermatologia.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Jorge-Castellanos-Angarita/publication/359325983_Luz_visible_una_vision_desde_la_dermatologia/links/6234a9cf72d413197a320837/Luz-visible-una-vision-desde-la-dermatologia.pdf)
36. Martínez J, Fernández A. Cambio Climático: Una visión desde México [Internet]. Primera edición. México: Instituto Nacional de Ecología; 2014 [consultado el 29 de setiembre del 2022]. Disponible en: [https://www.ccmss.org.mx/wp-content/uploads/2014/10/Cambio\\_Climatico\\_una\\_vision\\_desde\\_Mexico.pdf#page=27](https://www.ccmss.org.mx/wp-content/uploads/2014/10/Cambio_Climatico_una_vision_desde_Mexico.pdf#page=27)
37. Heiting G. All About Vision [Internet]. Estados Unidos: Heiting G; 2022 [consultado el 16 de junio del 2022]. Blue Light Facts: Is Blue Light Bad For Your Eyes?; 1 página. Disponible en: [https://www.allaboutvision.com/cvs/blue-light.htm#:~:text=Blue%20light%20generally%20is%20defined,\)%20or%20%E2%80%9Cblue%E2%80%9D%20light](https://www.allaboutvision.com/cvs/blue-light.htm#:~:text=Blue%20light%20generally%20is%20defined,)%20or%20%E2%80%9Cblue%E2%80%9D%20light)
38. Chávez López Z. Medscape [Internet]. Estados Unidos: Zaira Cháves López; 2021 [consultado el 29 de setiembre del 2022]. Luz Azul: ¿Cuáles son los efectos de las pantallas en nuestra piel?; 2 páginas. Disponible en: [https://espanol.medscape.com/verarticulo/5906620?reg=1#vp\\_3](https://espanol.medscape.com/verarticulo/5906620?reg=1#vp_3)

39. García J, Alonso P. Anatomía y fisiología de la piel. *Pediatr Integral* [Internet]. 2021 [citado el 30 de setiembre del 2022]; 24 (3): 1-13. Disponible en: [https://www.pediatriaintegral.es/wp-content/uploads/2021/xxv03/07/n3-156e1-13\\_RB\\_JesusGarcia.pdf](https://www.pediatriaintegral.es/wp-content/uploads/2021/xxv03/07/n3-156e1-13_RB_JesusGarcia.pdf)
40. Gupta V, Sharma V. Skyn typing: Fitzpatrick grading and others. *Clinics in Dermatology* [Internet]. 2019 [citado el 30 de setiembre del 2022]; 37 (5): 430-436. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.clindermatol.2019.07.010>Get rights and content
41. Michalak M, Pierzak M, Krecisz B, Suliga E. Bioactive Compounds for skin health: A review. *Nutrients* [Internet]. 2021 [citado el 30 de setiembre del 2022]; 13 (1): 203. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu13010203>
42. Alemán A, Guerra M. Conocimientos, hábitos y actitudes de fotoprotección en adolescentes. *Rev Med Electrón* [Internet]. 2018 [citado el 30 de setiembre del 2022]; 40 (3): 660-670. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/revmedele/me-2018/me183h.pdf>
43. Ling L, Sheng L. Pathogenesis of Photoaging in Human Dermal Fibroblasts. *Int J Dermatol Venereol* [Internet]. 2020 [citado el 30 de setiembre de 2022]; 44 (10): 1087-1096. Disponible en: <https://mednexus.org/doi/full/10.1097/JD9.0000000000000068>
44. Huang A, Chien A. Photoaging: A Review of Curr Literature. *Current Derm Rep* [Internet]. 2020 [citado el 30 de setiembre del 2022]; 9: 22-29. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13671-020-00288-0>
45. Sreedhar A, Aguilera L, Singh K. Mitochondria in skin health, aging and disease. *Cell Death Dis* [Internet]. 2020 [citado el 30 de setiembre del 2022]; 11 (444): 1-14. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41419-020-2649-z>
46. Castañeda P, Eljure J. El cáncer de piel, un problema actual. *Rev. Fac. Med. (Mex.)*. [Internet]. 2016 [citado el 30 de setiembre del 2022]; 59 (2): 6-14. Disponible en: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0026-17422016000200006](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0026-17422016000200006)
47. Vera Navarro L. Actualización en fotoprotección. *Cuad. Hosp. Clín.* [Internet]. 2022 [citado el 30 de setiembre del 2022]; 63 (1): 64-75. Disponible en:

- [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S1652-67762022000100010&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S1652-67762022000100010&script=sci_arttext)
48. Sanz C, Pérez M, Cortijo J. La radiación solar y la fotoprotección. *Act Farma Terap* [Internet]. 2021 [citado el 30 de setiembre del 2022]; 19 (2): 88-108. Disponible en: <https://www.socesfar.es/wp-content/uploads/2021/10/AFTV19N2-06D-Revisiones-en-farmacoterapia-1.pdf>
  49. Guerra Tapia A. Photoprotection indications and applications. *Medicine* [Internet]. 2018 [citado el 16 de junio del 2022]; 12 (47): 2811-2814. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.med.2017.12.009>
  50. Robert L, Madrdejós R, Diego L. El Sol, Las Radiaciones y Los Fotoprotectores Solares. *BIT*. [Internet]. 2020 [citado el 13 de octubre del 2022]; 31 (6): 35-42. Disponible en: [https://medicaments.gencat.cat/web/.content/minisite/medicaments/professionals/bulletins/boletin\\_informacion\\_terapeutica/documents/arxiu/BIT-6-2020-accessible-sol-radiaciones.pdf](https://medicaments.gencat.cat/web/.content/minisite/medicaments/professionals/bulletins/boletin_informacion_terapeutica/documents/arxiu/BIT-6-2020-accessible-sol-radiaciones.pdf)
  51. Paralejo M. Nuevas Tendencias en dermofarmacia (I): Fotoprotección (Trabajo Fin De Grado). Madrid: Universidad Complutense; 2019.
  52. Narla S, Kohli I, Hamzavi I, Henry L. Visible Light in Photodermatology. *Photochem. Photobiol. Sci.* [Internet]. 2020 [citado el 13 de octubre del 2022]; 19 (99): 99-104. DOI: 10.1039/c9pp00425d
  53. Garnacho G, Salido R, Moreno J. Effects of solar radiation and an update on photoprotection. *An Pediatr (Barc)*. [Internet]. 2020 [citado el 13 de octubre del 2022]; 92 (6): 1-9. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1695403320301661>
  54. Lyons A, Trullás C, Kohli I, Hamzavi I, Lim H. Fotoprotección más allá de la radiación ultravioleta. *J Am Acad Dermatol* [Internet]. 2020 [citado el 13 de octubre del 2022]; 84 (5): 1393-1397. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jaad.2020.04.079>
  55. Colegio de Farmacéuticos de Costa Rica. SCIJ [Internet]. Costa Rica: Junta Directiva del Colegio de Farmacéuticos; 2020 [consultado el 16 de junio del 2022]. Perfil Profesional del farmacéutico general; 1 página. Disponible en:

- [http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm\\_texto\\_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=94650&nValor3=126078&strTipM=TC](http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=94650&nValor3=126078&strTipM=TC)
56. Plaza M. El Farmacéutico: Referente Imprescindible en Salud Pública. *FarmaJournal* [Internet] 1 (2): 171-172. Disponible en: <file:///C:/Users/zapat/Downloads/13259-Texto%20del%20art%C3%ADculo-52726-1-10-20160926.pdf>
57. Cajina Pérez L. Importancia de la Educación para la salud en currículo educativo. *Revista Electrónica de Conocimientos, Saberes y Prácticas* [Internet]. 2020 [citado el 13 de octubre del 2022]; 3 (1): 170-180. DOI: <https://doi.org/10.5377/recsp.v3i1.9799>
58. De La Guardia M, Ruvalcaba J. La salud y sus determinantes, promoción de la salud y educación sanitaria. *JONNPR* [Internet]. 2020 [citado el 13 de octubre del 2022]; 5 (1): 81-90. DOI: 10.19230/jonnpr.3215
59. Valbuena Y, Ramírez M. Efectos del uso laboral de pantallas de visualización de datos de salud visual [Monografía para optar por el Título de Especialista]. Bogotá; 2020
60. Global Info Srl. *The Titi Tudorancea Bulletin* [Internet]. Estados Unidos: Global Info Srl; 2021 [consultado el 16 de junio del 2022]. Guía Técnica; 1 página. Disponible en: [https://www.tititudorancea.com/z/technical\\_guide.htm](https://www.tititudorancea.com/z/technical_guide.htm)
61. Fernández C, Baptista P. *Metodología de la investigación*. 6ª ed. México: McGraw Hill; 2014
62. Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y Formación del Profesorado. CEDEC [Internet]. España: INTEF; 2020 [consultado el 13 de octubre del 2022]. Población y muestra; 1 página. Disponible en: [http://descargas.pntic.mec.es/cedec/mat3\\_2/contenidos/M3\\_U10/poblacin\\_y\\_muestra.html](http://descargas.pntic.mec.es/cedec/mat3_2/contenidos/M3_U10/poblacin_y_muestra.html)
63. Guerra Tapia A. Indicaciones y aplicaciones de la fotoprotección. *Medicine* [Internet]. 2018 [citado el 5 de noviembre del 2022]; 12 (47): 2811-2814. Disponible en: <https://sci-hub.se/https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304541217303153>

64. Chaves Lopez Z. Luz azul: ¿cuáles son los efectos de la luz azul en nuestra piel?. *ISRN Dermatol.* [Internet]. 2021 [citado el 5 de noviembre del 2022]; 1-5. Disponible en: [https://espanol.medscape.com/verarticulo/5906620?reg=1#vp\\_4](https://espanol.medscape.com/verarticulo/5906620?reg=1#vp_4)
65. Garnacho G, Salido R, Moreno JC. Efectos de la radiación solar y actualización en fotoprotección. *An Pediatr* [Internet]. 2020 [citado el 5 de noviembre del 2022]; 92 (6): 1-9. Disponible en: <https://sci-hub.se/https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1695403320301661>
66. Surber C. The meaning and implication of sun protection factor. *British Journal of Dermatology* [Internet]. 2015 [citado el 5 de noviembre del 2022]. Disponible en: [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/39608412/SPF\\_BJD\\_2015-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1666393352&Signature=amCOqvs7IpJavIChPD3AqMkUKg5uGFT-wENKYEDd8RicBEYkHQG7-Qmat3TBhH0YwX7RY4W8OAE3TM0I-xmG3q4BSfuSsWEf0JVaBAjCbmeWOnPo9yIR-cYohS~PIFv3jtLxm9U73RwLRaP57VrDaj7I~AEX62eg4NYuUXuBVmmn1IeYVmpGzDBF5lni971TXUoU1Gdmf67g9x6vMTIe4VQIqkMREh2Arys2TDRpaa4NP5IxBzg0w0Tf-u4uCitDpuaUbCc24FkBpVHMFSIVHT8z6QYyEmdvAbKmhVHCMYIUK74ly6Qns77ynvFkJL9oTKV6FJ-INI2IAIXpeWA5A\\_\\_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/39608412/SPF_BJD_2015-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1666393352&Signature=amCOqvs7IpJavIChPD3AqMkUKg5uGFT-wENKYEDd8RicBEYkHQG7-Qmat3TBhH0YwX7RY4W8OAE3TM0I-xmG3q4BSfuSsWEf0JVaBAjCbmeWOnPo9yIR-cYohS~PIFv3jtLxm9U73RwLRaP57VrDaj7I~AEX62eg4NYuUXuBVmmn1IeYVmpGzDBF5lni971TXUoU1Gdmf67g9x6vMTIe4VQIqkMREh2Arys2TDRpaa4NP5IxBzg0w0Tf-u4uCitDpuaUbCc24FkBpVHMFSIVHT8z6QYyEmdvAbKmhVHCMYIUK74ly6Qns77ynvFkJL9oTKV6FJ-INI2IAIXpeWA5A__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA)
67. Robert L, Madridejos R, Diego L. El sol, Las Radiaciones y Los Fotoprotectores Solares. *BIT* [Internet]. 2020 [citado el 5 de noviembre del 2022]; 31 (6): 35-41. Disponible en: [https://medicaments.gencat.cat/web/.content/minisite/medicaments/professionals/bulletins/boletin\\_informacion\\_terapeutica/documents/arxiu/BIT-6-2020-accessible-sol-radiaciones.pdf](https://medicaments.gencat.cat/web/.content/minisite/medicaments/professionals/bulletins/boletin_informacion_terapeutica/documents/arxiu/BIT-6-2020-accessible-sol-radiaciones.pdf)
68. Young A, Claveau J, Rossi A. Ultraviolet radiation and the skin: Photobiology and sunscreen photoprotection. *J Am Acad Dermatol* [Internet]. 2016 [citado el 5 de noviembre del 2022]; 77 (3): 100-109. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jaad.2016.09.038>

69. Isa Pimentel M. Melasma: What We Know So Far. *Med Cutan Iber Lat Am* [Internet]. 2018 [citado el 5 de noviembre del 2022]; 46 (2): 85-86. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/cutanea/mc-2018/mc182a.pdf>
70. Beani JC. Fotodermatosis: Fotosensibilización endógena y exógena. *EMC* [Internet]. 2022 [citado el 5 de noviembre del 2022]; 56 (1): 1-21. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1761-2896\(22\)46056-0](https://doi.org/10.1016/S1761-2896(22)46056-0)
71. Ortega Lorenzo V. Solares: Consejos desde la oficina de farmacia. *El farmacéutico* n° 562 [Internet]. 2018 [citado el 5 de noviembre del 2022]; 101 (8): 20-26. Disponible en: <https://www.elfarmacéutico.es/uploads/s1/19/72/ef562-profesion-solares.pdf>
72. Greinet R, de Vries E, Erdmann F, Espina C, Auvinen A, Kesminiene A et al. European Code Against Cancer 4th Edition: Ultraviolet Radiation and Cancer. *Cancer Epidemiology* [Internet]. 2015 [citado el 5 de noviembre]; 39 (1): 75-83. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.canep.2014.12.014>
73. Castañeda P, Eljure J. El cáncer de piel, un problema actual. *Rev. Fac. Med. (Mex.)* [Internet] 2016 [citado el 5 de noviembre del 2022]; 59 (2): 52-55. Disponible en: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0026-17422016000200006](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0026-17422016000200006)
74. Yi Lee L, Xiu Liu S. Pathogenesis of Photoaging in Human Dermal Fibroblasts. *Int J Dermatol Venereol* [Internet]. 2020 [citado el 6 de noviembre del 2022]; 81: 480-488. Disponible en: <https://mednexus.org/doi/full/10.1097/JD9.0000000000000068>
75. Arellano I, Alcalá D, Barba J, Ortega B, Castañedo J, de la Barreda F et al. Recomendaciones Clínicas para la Fotoprotección en México. *DermatologíaCMQ* [Internet]. 2015 [citado el 6 de noviembre del 2022]; 12 (4): 243-255. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/cosmetica/dcm-2014/dcm144e.pdf>
76. Fox L, Csongradi C, Aucamp M, Du Plessis J, Gerber M. Treatment Modalities for Acne. *Molecules* [Internet]. 2016 [citado el 6 de noviembre del 2022]; 21 (8): 1063. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules21081063>
77. Van Zuuren E. Rosácea. *N Engl J Med* [Internet]. 2017 [citado el 6 de noviembre del 2022]; 377: 1754-1764. DOI: [10.1056/NEJMcp1506630](https://doi.org/10.1056/NEJMcp1506630)

78. Quereux G. Dermatitis seborreica. EMC [Internet]. 2019 [citado el 6 de noviembre del 2022]; 53 (1): 1-9. Disponible en: <https://scihub.se/https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1761289619417159>
79. Mateu E. Fotoprotección: Novedades, Tendencias y rol del farmacéutico. El Farmacéutico n°536 [Internet] 2016 [citado el 6 de noviembre del 2022]; 40-42. Disponible en: <https://www.elfarmaceutico.es/uploads/s1/15/94/ef536-novedades-fotoproteccion.pdf>

## **CAPÍTULO VII. APÉNDICES**

## Apéndice 1. Encuesta a regentes farmacéuticos

La presente encuesta se realiza con el objetivo de analizar el conocimiento que tienen los regentes farmacéuticos sobre el tema de fotoprotección, en el marco de la tesis de grado titulada: “Análisis del rol del farmacéutico en la prevención de los riesgos a la salud derivada de la radiación emitida por la luz visible y luz azul para el abordaje integral del paciente, mediante el consejo profesional en torno al uso apropiado de foto protección tópica, durante el III cuatrimestre, 2022.” con el fin de optar por el título de Licenciatura en Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.

1. ¿Por cuánto tiempo ha realizado usted la profesión de regente farmacéutico?
  - 0-5 años
  - 6-10 años
  - 11-20 años
  - Más de 20 años
  
2. ¿Recibió usted algún tipo de capacitación en la universidad sobre el tema de fotoprotección?
  - Si
  - No
  
3. Si pudiera dar un aproximado, ¿cuántos pacientes consultan por productos de fotoprotección en la farmacia que usted regenta?
  - Menos de 5
  - 5
  - 10
  - 15
  - 20
  - Más de 20
  
4. Utilizando los valores del 1 al 5, donde 1 es poco y 5 mucho, ¿Qué número elegiría para calificar su conocimiento sobre fotoprotección?
  1. Muy deficiente ()
  2. Deficiente ()
  3. Poco ()
  4. Regular ()
  5. Mucho ()

5. ¿Cada cuánto tiempo considera que es correcto replicar el protector solar?
- Cada 2 horas
  - Cada 4 horas
  - Cada 8 horas
  - Cada 12 horas
  - Otro: \_\_\_\_\_
6. ¿Podría usted explicar brevemente la función que cumple el factor de protección solar?
7. Utilizando los valores del 1 al 5, donde 1 es poco y 5 mucho ¿Qué tan satisfecho se encuentra con su conocimiento actual sobre fotoprotección?
8. ¿En una escala del 1 al 5, donde 1 es poco y 5 mucho, ¿qué tan importante considera usted que es la utilización de protección solar cuando no se está expuesto directamente a la luz solar, por ejemplo, al estar dentro de nuestras casas o trabajos?
9. ¿Cuál o cuáles característica/s considera usted que es más importante tomar en cuenta a la hora de recomendar un producto de fotoprotección?
- Tipo de piel del paciente
  - Factor de Protección Solar más alto
  - Que brinden protección contra la luz UVA/UVB
  - Todas las anteriores
10. ¿Cómo se actualiza usted sobre el tema de fotoprotección?
- Decisión propia
  - Capacitaciones que realizan distintos laboratorios
  - Visitadores médicos
  - Todas las anteriores
  - No se actualiza sobre el tema
11. En una escala del 1 al 5, ¿Qué tan importante considera usted el abordaje farmacéutico en tema de fotoprotección a los pacientes que visitan la farmacia de comunidad?

12. En una escala del 1 al 5, ¿qué tan importante consideraría usted realizar una guía sobre el adecuado uso de fotoprotección para asesorar de una mejor manera a los pacientes?

## Apéndice 2. Entrevista a Dermatóloga especialista en cáncer de piel

1. ¿Cuáles son los principales riesgos a la salud de la piel que pueden derivarse de la exposición continua a la radiación por luz visible y luz azul?

La doctora menciona que se necesita protección contra la luz visible en pacientes con enfermedades fotosensibles como el lupus, ya que los pacientes que tienen enfermedades inmunológicas fotosensibles o que toman medicamentos fotosensibilizantes como lo son las tetraciclinas o el Roaccutane necesitan este tipo de protección extra, para evitar que se activen por ejemplo los lupus sistémicos que podrían causar nefropatías en los pacientes.

Ella indica que existen tres poblaciones especiales que necesitan principal protección contra la luz visible y azul, las cuales son: primeramente, personas con melasma, ya que estos pacientes pueden ver empeoradas las manchas en la piel por tener continua exposición a la luz azul. La segunda población que indica la doctora son las personas con enfermedades fotosensibles como lo es el Lupus Sistémico o personas que tomen medicamentos fotosensibilizantes. La tercera población son las personas que tienen antecedentes de cáncer de piel o mucho daño solar como personas que se dedican a la agricultura y han pasado mucho tiempo bajo la radiación solar.

2. ¿Cuáles características se deben tomar en cuenta sobre la piel de cada paciente, para poder hacer la recomendación de los distintos fotoprotectores que existen y cómo se identifican estas características?

La doctora comenta que es importante tomar en cuenta que si la persona tiene una piel muy grasosa/con tendencia acneica necesita un fotoprotector que presente una base acuosa como lo son las que indican “Fluido, Ultrafluido, Emulsiones o Geles” y si la persona tiene una piel seca más bien lo que necesita es una base aceitosa como lo serían los fotoprotectores que sean cremosos o tengan bases en leche.

3. ¿Qué porcentaje de pacientes atiende usted que presenten cáncer de piel?

La doctora menciona que ella ve un porcentaje bastante alto de pacientes con cáncer diariamente.

4. ¿Qué tan agresivo puede considerarse el cáncer de piel sin los cuidados necesarios o el desconocimiento de las personas sobre esto?

La entrevistada explica que hay muchos tipos de cáncer de piel, ella comenta que hay muchas células en la piel que pueden generarse en cáncer, cualquier tipo de célula de la piel puede llegar a malignizarse.

Ella comenta que hay tres tipos de cáncer de piel:

- Basocelular: Más frecuente que existe. No es agresivo y las personas no se mueren de esto pero crece lento y es localmente agresivo, no hace metástasis. Este a diferencia del epidermoide se da por exposiciones solares fuertes y aisladas; asimismo se da el melanoma. El más frecuente de estos se ve como

una pápula perlada y se ve más frecuentemente en párpados, en nariz, en orejas y en zonas donde pega directamente el sol.

- Epidermoide: Segundo en agresividad. Se da por una exposición solar continua (Agricultores o trabajadores que están todo el día bajo el sol). Si se encuentra de manera temprana es curable, si se encuentra de manera tardía puede ser sumamente agresivo y las personas se mueren de esto.
- Melanoma: Es el típico que se le dice a las personas que es el lunar que cambia o crece, que es asimétrico e irregular; y es el que a los dermatólogos más los entrenan en encontrar porque es mortal. Este tiene una mortalidad del 90% a 5 años. La mayoría de melanomas tienen un factor solar importante pero no es exclusivo.

La utilización de protector solar es sumamente importante en la prevención del cáncer de piel, pero esto se da tras años de exposición a la radiación solar, es por esta razón que es importante que desde niños se inculque la costumbre de utilizar fotoprotección diariamente.

5. ¿Existe alguna predisposición según el tipo de piel para llegar a presentar cáncer?

La radiación solar en Costa Rica es muy alta por la latitud del país y el sol pega directo, es por esto que entre más blanca sea la persona menos protección va a tener contra la radiación solar, ya que el color es un mecanismo de defensa del cuerpo ante la radiación solar, el bronceado es considerado un signo de enfermedad porque la piel cambia constantemente para protegerse de los rayos del sol.

6. ¿Según los casos que se presentan a consulta, es más común el cáncer de piel en hombres o en mujeres? ¿Y a qué edad mayormente se observa que comienzan a presentarse los signos de este en la piel?

Actualmente dice la doctora que es más común en hombres porque son los que se dedican mayormente a la agricultura (esto en generaciones de pacientes de más edad) pero cada vez se ven pacientes más jóvenes con cáncer de piel y se van viendo mayor cantidad de mujeres y con los años posiblemente se va a ir equiparando. La edad a la que se comienzan a presentar los signos va a variar dependiendo del estilo de vida que lleve la persona, y el cáncer que mayormente se observa en pacientes jóvenes es el melanoma.

7. ¿Qué tipo de lesiones en la piel es importante no dejar pasar y que sean revisadas por el dermatólogo/a apenas las notemos?

La doctora indicó que cualquier lesión nueva o que cambie es importante ir a que sea revisada por un médico dermatólogo. Ella menciona que existe el lunar amelanótico (es rosado o color piel porque no tiene melanina) entonces que no es el que comúnmente estamos acostumbrados a escuchar que es el lunar negro, que cambia o crece sino que es diferente y es por esto que es importante acudir al dermatólogo ante cualquier lesión nueva en nuestra piel.

8. ¿Los pacientes se dejan por mucho tiempo ese tipo de lesiones hasta llegar al punto en el que es muy difícil tratarlas?

La doctora comenta que eso depende de la población, y que lastimosamente entra mucho en juego el estrato socioeconómico y el acceso a la salud, ya que es más común que pacientes de estratos más bajos no puedan pagar o no tengan el acceso a un dermatólogo y es por esto que cuando acuden ya la lesión se encuentra bastante avanzada.

9. ¿Notó usted una mayor incidencia de cáncer, lesiones o manchas en la piel en el tiempo que estuvimos en pandemia y con esto mayormente expuestos a pantallas debido al teletrabajo y clases virtuales?

Sí hubo un aumento de pacientes con manchas y fotoenvejecimiento, pero ellos no estaban enterados de que era a causa de estar expuestos mayormente a las pantallas hasta que la doctora se los hizo saber.

10. Al remover las lesiones cutáneas en un paciente, ¿qué cuidados es importante que tenga luego para evitar que estas vuelvan a aparecer?

La doctora explica que si ella remueve un cáncer de piel con márgenes negativos, ella los revisa cada seis meses por los primeros cinco años y esto no por la herida sino porque cuando se tiene cáncer tiene un riesgo aumentado de haber hecho metástasis y ese riesgo aumentado suele ser durante los primeros cinco años. Cuidados a tener: no meter la herida abierta al mar, piscinas, ríos. Lavar constantemente con agua y jabón, se le puede poner un microporo para ayudar con la cicatrización o un ungüento siliconado o antibiótico en crema (esto más que todo en pacientes diabéticos por el riesgo a infección, aunque realmente no está indicado en la literatura pero se hace como prevención para estos pacientes).

11. ¿Cómo considera que podemos nosotros como farmacéuticos colaborar para evitar este tipo de lesiones en los pacientes?

Ella comenta que lo más importante es la educación al paciente para que este pueda escoger el fotoprotector que más se adapte a sus necesidades y que con esto, lo utilice constantemente y se sienta a gusto con todas las características del fotoprotector y a la vez se mantenga protegido de la radiación.

### Apéndice 3. Entrevista a Farmacéutica especialista en Dermocosmética

1. ¿Cuáles son los principales riesgos a la salud de la piel que pueden derivarse de la exposición continua a la radiación por luz visible y luz azul?

La doctora comentó, que, si nos enfocamos específicamente en luz visible y luz azul, los problemas que se ven relacionados son los de hiperpigmentación y los problemas de fotoenvejecimiento.

Ella mencionó que, pese a que los estudios que se han realizado sobre efectos de las pantallas de dispositivos electrónicos sobre la piel no son concluyentes aún, se debe disminuir al máximo el riesgo de empeorar estos problemas relacionados a radiación utilizando la fotoprotección adecuadamente para no sumar problemas que ya de igual forma traemos por la exposición diaria a la luz solar y que es mejor prevenir aún estando dentro de nuestros hogares o trabajos.

2. ¿Cuáles son los ingredientes que deben poseer los fotoprotectores para que brinden una mayor protección frente a la luz visible y luz azul para así evitar daños en la piel?

La doctora indica que lo que se utilizan son ingredientes antioxidantes y lo que se mide es la capacidad antioxidante del filtro solar, pero realmente no existe una prueba estándar que indique qué tanta protección brinda ese filtro contra la luz visible/azul. Lo que se busca es que esa molécula que se utiliza como antioxidante logre captar esa longitud de onda.

Además, todo lo que sean pigmentos, como el óxido de hierro, van a brindar protección contra luz visible/azul, indica la doctora, ya que ese pigmento va a ser un escudo protector.

3. ¿Cuáles fotoprotectores de los que existen actualmente en el mercado costarricense considera que ofrecen una mejor protección frente a la luz visible y azul?

Doctora:

Los filtros de Heliocare que contienen la tecnología Fernblock, el cual es un exclusivo extracto del alga *Polypodium leucotomos* son muy efectivos para proteger contra este tipo de radiación y la doctora comenta que ella indica fotoprotectores de este tipo cuando se trata de pacientes que tienen problemas de hiperpigmentación o porque estos pacientes así lo solicitan, ya que son bastante efectivos.

Los de Eucerin, que poseen Thiamidol, el cual es un despigmentante que ellos tienen patentado. La doctora indicó que ella busca no solo recomendar el producto porque tiene una protección contra la luz visible o azul sino porque también tienen otros componentes asociados que benefician a esa patología en específico.

Los filtros solares Tizo formularon una base siliconada, entonces es sin aceites y el producto queda con un acabado aterciopelado (tienen la versión con color y sin color), además trae ciertos antioxidantes como vitamina C o vitamina E.

Los filtros de Heliocare tienen un acabado que no deja la piel con esa textura que normalmente tienen los filtros minerales ya que son productos sin aceite.

4. ¿Cuáles son las características de la piel del paciente que se deben tomar en cuenta a la hora de recomendar un producto de fotoprotección, las cuales sería importante incluir en una guía sobre fotoprotección para que los regentes farmacéuticos brinden una mejor asesoría al paciente?

La doc comenta que lo primero que se debe tomar en cuenta es el estado de la piel o el tipo de piel (aunque el tipo muchas veces es complicado caracterizarlo ya que esta cambia mucho, por eso la doc prefiere hablar de un estado de la piel); sin embargo, siempre se pregunta si el paciente tiene piel grasa, seca o mixta. Lo segundo muy importante a tomar en cuenta es el fototipo de piel (aunque la doc menciona que en Costa Rica al ser un país tan tropical ella siempre recomienda un fotoprotector de FPS 50+ sin importar el fototipo de piel del paciente). Se toma en cuenta y es algo muy importante ver si la persona tiene alguna patología de fondo, como acné, rosácea, dermatitis seborreica o atópica... y también la rutina que esa persona está siguiendo porque se tiene que escoger el filtro que se ajuste bien a esa rutina que va siguiendo, además del estilo de vida (si hace deporte al aire libre, si se maquilla frecuentemente)

5. ¿Qué información errónea tiene la población o los mismos farmacéuticos sobre los productos de fotoprotección que hace que la población termine utilizando productos incorrectos o de la manera incorrecta?

Doctora:

Primero, que todos los filtros solares son pegajosos y nos van a dejar blanca la piel. Mucha mala información en redes sociales ya que la gente piensa que todos los fotoprotectores actúan igual en todas las pieles, y se hacen recomendaciones generalizadas cuando en realidad eso debería ser algo personalizado.

La gente cree que puede ponerse un poquitito de bloqueador solar y eso va a ser suficiente, no entienden que la cantidad adecuada al menos en la zona de la cara son dos dedos de protector solar completos.

No saben que hay que replicarlo.

No se conocen los tipos de radiación que existen ni se saben leer las etiquetas de los fotoprotectores.

6. ¿Considera usted que aumentó la consulta por productos para las manchas u otras lesiones en piel en el tiempo de pandemia, al haber estado mayor tiempo expuesto a pantallas de dispositivos electrónicos?

Doctora:

La consulta aumentó, pero fue porque la gente se dio cuenta que esto existía, la gente comenzó a ver en redes sociales el tema de skincare y empezaron a enterarse

un poco más del tema, y al enterarse de que la computadora podría manchar la piel pues claro que la gente iba a consultar sobre esto.

Sin embargo, yo siento que las manchas durante la pandemia tuvieron que haber disminuido porque todo el mundo estaba encerrado y haciéndose rutinas de skincare, poniéndose retinol, peelings, etc... entonces tal vez en ese caso más bien las manchas disminuyeron un poco en las personas.

7. ¿Qué tipo de fotoprotectores deben usar los pacientes que ya posean algún tipo de lesión o afección en la piel y qué otros cuidados especiales deben tener estos pacientes?

Doctora: Esto acá depende de cual tipo de afección o lesión estemos hablando, en general, por ejemplo si se tiene rosácea se deberían utilizar fotoprotectores minerales; cuando se tiene acné lo ideal sería utilizar fotoprotectores oil free (ya que hay pacientes con tendencia acnéica que los filtros químicos pueden ocasionarle la aparición de brotes entonces hay que probar si el filtro no le está generando ese brote); personas que tengan rosácea, rojeces, dermatitis, lesiones en la piel van a tener muchos problemas de autoestima, la persona no se siente segura con su piel y es muy importante recomendar filtros que sean de alta cobertura o fotomaquillajes (filtros solares que aporten fotoprotección pero que también ayuden a cubrir las lesiones).

Doctora: Cuando tienen dermatitis seborreica, deben ser en base agua; en dermatitis atópica pueden ser minerales o químicos si la persona los tolera.

8. ¿De qué forma se podría brindar una mejor educación a las personas sobre fotoprotección para que pongan en práctica el adecuado uso de este?

Doctora: Yo creo que definitivamente se deben hacer campañas, el farmacéutico cada vez que una persona compra un protector solar en la farmacia debería explicarle como usarlo así como cuando las personas compran medicamentos, esto porque sabemos que muy poca gente sabe bien cómo usarlo. El Ministerio de Salud por lo menos cuando sean temporadas altas y que se sabe que la gente va a la playa y de vacaciones, deberían hacer anuncios en redes sociales. Y también como el trabajo que usted está haciendo, que es realizar protocolos de fotoprotección.

9. ¿Qué considera que les hace falta a los regentes farmacéuticos para que puedan brindar una adecuada educación a los pacientes sobre el tema de fotoprotección en las farmacias de comunidad?

Doctora: Definitivamente protocolos como los que usted está haciendo es una muy buena forma de empezar, les hace falta información pero más que todo como regente querer buscar esa información. Tal vez se les puede facilitar esa información mediante brochures, los visitantes médicos también hacen una gran labor en eso dando información al respecto.

10. ¿Cómo farmacéutica especialista en dermocosmética, ¿considera que es necesaria la implementación de cursos o capacitaciones en las universidades que imparten la carrera de farmacia en CR, que permitan un mayor aprendizaje sobre el tema de fotoprotección a los futuros farmacéuticos?

Doctora: Sí es importante, pero yo lo dejaría como un curso electivo ya que hay personas que no van a trabajar en esto y no les interesa y no es vital en todas las áreas de trabajo en farmacia saber sobre el tema. También incluir lo básico en el curso de farmacia comunitaria que se lleva en el plan de estudio de la carrera de Farmacia.

Doctora: Es importante que se entienda que los farmacéuticos tenemos la base de conocimientos necesaria para entender bien este tema y que así como podemos dispensar muy bien los medicamentos también podríamos hacerlo con los productos del cuidado de la piel, porque es algo importante y necesario, y como farmacéuticos es importante nuestro consejo para beneficiar al paciente. Yo sí siento que es muy necesario que se tenga el conocimiento básico, ya que es vergonzoso que algunos farmacéuticos no sepan ni lo básico. Y siempre se hablan de los tratamientos dermatológicos para problemas en la piel pero no se habla de lo básico que es la prevención con fotoprotección. Además en Costa Rica los farmacéuticos estamos dejando perder ese campo porque los dermatólogos han tomado el campo que incluso les corresponde a los farmacéuticos, no solamente en esta área sino también en preparaciones magistrales que le debería corresponder al farmacéutico y se está dejando este campo de lado por desconocimiento.

**Apéndice 4. Guía para regentes farmacéuticos sobre el adecuado uso de fotoprotección para informar a los pacientes sobre los posibles riesgos de la radiación por luz visible y luz azul**

# **GUÍA PARA FARMACIAS DE COMUNIDAD SOBRE ADECUADO USO DE FOTOPROTECCIÓN PARA PREVENIR DAÑOS CAUSADOS POR LUZ VISIBLE Y LUZ AZUL**

**Universidad Internacional de las Américas**

**Autora: Fabiola Zapata Ocón**

**San José, Costa Rica, 2022**

## **Tabla de contenido**

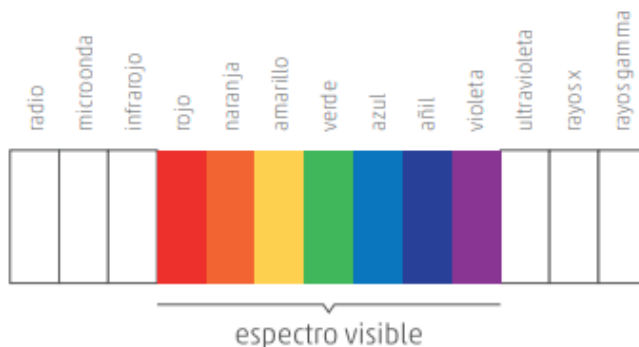
Introducción	154
Objetivo General	155
Conceptos importantes	156
Tabla 1. Calificaciones y categorías de protección según el factor de protección ultravioleta (UPF) .....	157
Tabla 3. Categorías de los filtros solares según la FDA.....	157
Tabla 4. Nomenclatura específica de los fotoprotectores solares .....	158
Propuesta de guía sobre fotoprotección para farmacéuticos	159
Figura 2. Ejemplo nomenclatura de fotoprotectores solares.....	159
Aspectos importantes para considerar antes de recomendar un producto de fotoprotección: .....	160
Tabla 5. Fototipos de piel según escala de Fitzpatrick .....	165
Referencias	166

## Introducción

La luz solar es imprescindible para la vida, es la principal fuente de vitamina D y aporta numerosos beneficios para la salud, sin embargo, una exposición excesiva o la carencia de protección pueden comportar efectos negativos sobre la piel como por ejemplo quemaduras solares, fotoenvejecimiento y cáncer de piel. Las quemaduras solares a cualquier edad incrementan el riesgo de cáncer de piel, el cual es el número uno en Costa Rica<sup>1</sup>.

La luz solar es un espectro electromagnético continuo de radiación que se divide en tres tipos: radiación ultravioleta, luz visible e infrarroja. La radiación UV está dividida en UVA, UVB y UVC. Los UVB son los principales responsables de las quemaduras solares, la inflamación, la hiperpigmentación y la fotocarcinogénesis. Los UVA contribuyen al fotoenvejecimiento, tienen un papel fundamental en la hiperpigmentación y podrían también estar implicados en la carcinogénesis<sup>1</sup>.

**Figura 1. Espectro de la radiación**



Fuente: Imagen tomada de Exposición a radiaciones ultravioletas<sup>2</sup>

El espectro visible se define como la porción de la radiación electromagnética visible al ojo humano, corresponde a longitudes de onda de 400 a 700 nm. Algunos estudios han comunicado un aumento en la formación de radicales libres en piel humana ex vivo tras la irradiación con la radiación visible (VIS). Comparada con la hiperpigmentación inducida por luz UVB, la luz azul induce mayor hiperpigmentación que dura hasta tres meses<sup>3</sup>.

Los protectores solares deberían proteger no solo a las radiaciones UVB, que son la mayoría, sino que también frente a UVA, luz azul e infrarrojos que también tienen riesgo de producir daño cutáneo. Adicionalmente, los fotoprotectores que absorben UV-VIS actualmente disponen de otras propiedades como resistencia al agua, fotoestabilidad, hidratación, lociones adherentes para evitar repetidas aplicaciones, entre otras<sup>4</sup>.

Se realiza esta guía que pretende que tengan la información disponible para poder dar un mejor asesoramiento a sus respectivos pacientes que acuden a consultar por este tipo de productos, para que dependiendo de sus necesidades se les haga la adecuada recomendación del producto de fotoprotección más adecuado para estos.

## **Objetivo General**

Este documento tiene como finalidad brindar una herramienta fácil de consultar para los regentes farmacéuticos y con eso brindar una adecuada asesoría a los pacientes sobre el producto más adecuado para sus respectivas características y necesidades.

## Conceptos importantes

**Protectores solares:** Protector solar es un producto comercial vendido a los consumidores para la protección de la piel humana de las radiaciones solares, generalmente UV que contienen uno o más filtros solares que pueden ser químicos u orgánicos, físicos o inorgánicos o ambos. Además, contienen otras sustancias que pueden ser emolientes, preservativos, emulsificadores, fragancias y compuestos colorantes. Protectores solares de amplio espectro son aquellos que proporcionarán protección UVA y UVB<sup>4</sup>.

**Filtro UV:** Se refiere a un compuesto específico que impide el paso de la luz UV y pueden ser químicos y físicos, también se pueden nombrar como orgánicos e inorgánicos o lipofílicos e hidrofílicos<sup>4</sup>.

**Filtros UV químicos u orgánicos:** Muchos protectores solares contienen sustancias químicas orgánicas llamados filtros UV, cuyo mecanismo de acción es absorber RUV para que no alcancen la piel. Estos filtros suelen ser compuestos aromáticos que contienen un grupo carbonilo como salicilatos, cinamatos y benzofenonas. Los filtros orgánicos reaccionan de tres formas diferentes cuando se ponen en contacto con RUV: liberando energía en forma de calor, produciendo cambios en su conformación molecular y emitiendo radiación a altas longitudes de onda<sup>4</sup>.

**Filtros UV físicos o inorgánicos (minerales):** Se llaman físicos por su mecanismo de acción que consiste en la dispersión y reflexión de la luz que es un fenómeno físico. Los más comunes son óxido de zinc que protege contra UVA y dióxido de titanio que protege de la UVA y UVB. Tienen ventajas sobre los orgánicos como la protección frente a UVA y UVB, por lo tanto son de amplio espectro, son fotoestables, a diferencia de los orgánicos, ha aumentado su uso para niños y personas con piel sensible ya que tienen menor potencial para producir irritaciones o reacciones alérgicas en la piel<sup>4</sup>.

**Fotoprotectores naturales:** Diferentes estudios han mostrado que los protectores solares que contienen componentes naturales tienen efectos protectores sobre la piel, no solo por la absorción directa de los RUV sino porque también pueden regular la expresión genética inducida por ellos, los efectos antioxidantes, la modulación de las señales que producen estrés y supresión de las respuestas inflamatorias en las células o en el tejido<sup>4</sup>.

A continuación, se presenta una tabla que representa el porcentaje de radiación UV bloqueada dependiendo del factor de protección ultravioleta utilizado<sup>5</sup>:

**Tabla 1. Calificaciones y categorías de protección según el factor de protección ultravioleta (UPF)**

Calificación UPF	Categoría de protección	Radiación UV bloqueada (%)
UPF 15-24	Buena	93.3-95.9
UPF 25-39	Muy buena	96-97.4
UPF 40 o superior	Excelente	97.5 o superior
UPF 50+	Considerado lo último en protección solar UV	

Fuente: Elaboración propia con base en la referencia<sup>5</sup>

En la tabla 3 se muestra la categoría de los ingredientes que presentan los distintos fotoprotectores<sup>6</sup>:

**Tabla 3. Categorías de los filtros solares según la FDA**

Categoría I (seguros y efectivos)	Óxido de zinc y óxido de titanio.
Categoría II (no son seguros ni efectivos)	Ácido paraaminobenzoico (PABA) y salicilato de trolamina. Estos han sido propuestos para su prohibición inmediata.
Categoría III (La FDA aún no los considera inseguros y pueden seguir utilizándose)	Cinoxato, dioxibenzona, ensulizol, homosalato, meradimato, octinoxato, octisalato, octocrileno, padimato O, sulisobenzona, oxibenzona y avobenzona.

Fuente: Elaboración propia con base en la referencia<sup>6</sup>

En la tabla 4 se muestra lo que significa cada simbología que se presenta en los fotoprotectores:

**Tabla 4. Nomenclatura específica de los fotoprotectores solares**

Factor de protección solar (FPS)	Se define como la proporción entre la menor cantidad de RUV requerida para producir un mínimo eritema en la piel protegida con protector solar y la requerida para producir el mismo eritema en la piel sin protección.
Factor de protección UVA	En los envases, el símbolo UVA aparece rodeado por un círculo e indica que cumple la recomendación europea, que sugiere un mínimo de un tercio del FPS. También se expresa con cruces, y a mayor número de signos +, mayor protección.
Sustantividad o permanencia	Capacidad de un protector solar para permanecer efectivo en presencia de condiciones adversas (agua y sudor). La etiqueta “resistente al agua” (40 min) o “muy resistente al agua” (80 min) se proporciona para reflejar las pruebas reales de resistencia al agua que deben realizarse.
Texturas	El tipo de emulsión puede ser aceite en agua (O/W oil/water) (fase externa acuosa) o agua en aceite (W/O water/oil) (fase externa oleosa). La emulsión W/O es la recomendada para lograr mayor resistencia al agua.

Fuente: Elaboración propia con base en la referencia<sup>6</sup>

## Propuesta de guía sobre fotoprotección para farmacéuticos

- ✓ Para realizar esta guía se consultaron artículos de internet, además de dos entrevistas a profesionales en el tema de piel y dermocosmética.
- ✚ Para brindar protección contra la luz visible/azul, lo recomendando es utilizar productos que incluyan en sus ingredientes antioxidantes u óxido de hierro, este último brinda color a los fotoprotectores, así que funciona tanto para proteger contra la luz visible, además de tapar imperfecciones en el rostro.
- ✚ El fotoprotector se debe aplicar 30 minutos antes de la exposición a la radiación y debe reaplicarse cada 2 horas por lo menos. Las cantidades adecuadas de fotoprotector serían las siguientes<sup>5</sup>:
  - Una cucharadita para cara y cuello,
  - Una cucharadita para cada brazo,
  - Dos cucharaditas por pierna
  - Dos cucharaditas para el tronco

Figura 2. Ejemplo nomenclatura de fotoprotectores solares



Fuente: Imagen tomada de Uniderma Skin Solutions<sup>7</sup>.

Algunas de las indicaciones que podemos encontrar en los fotoprotectores son las que se muestran en la imagen anterior y representan lo siguiente:

- El círculo con el número 50+, lo que indica es el factor de protección solar, el cual es de más de 50 y por lo tanto brinda una alta protección
- “Broad spectrum” o “amplio espectro” en español, lo que quiere decir es que protege tanto contra radiación UVA, UVB, HEVL (Luz visible/azul) y radiación infrarroja (IR)
- Importante conocer que la protección contra luz visible puede indicarse de las siguientes formas en los fotoprotectores: HEV, HEVL, VL, LV, Luz Visible/Visible Light
- La longitud de onda a la que brinda protección es a 370 o más. (esto confirma que protege contra las radiaciones mencionadas arriba)
- La PA++++ lo que indica es la cantidad de protección contra radiación UVA que brinda
- Y la indicación “Eye tolerance” y “water & Sweat Resistant” lo que indica es que tiene tolerancia ocular y que es resistente tanto al agua como al sudor.

### **Aspectos importantes para considerar antes de recomendar un producto de fotoprotección:**

Tipo de piel del paciente:

- PIEL SECA: Produce menos sebo que la piel normal<sup>8</sup>.

Figura 7. Ejemplo de piel seca



*Una sensación de tirantez y piel áspera indican a menudo la presencia de una piel seca.*

Fuente: Imagen tomada de Eucerin<sup>8</sup>

✚ Si la persona tiene una piel seca, lo que necesita es un fotoprotector con una base aceitosa como lo serían los fotoprotectores que sean cremosos o tengan bases en leche.

- PIEL GRASA: Producción acrecentada de sebo (seborrea)<sup>8</sup>.

Figura 8 y 9. Ejemplos de piel grasa



*La piel grasa tiende a presentar impurezas.*



*La piel grasa puede caracterizarse por la presencia de poros agrandados y visibles.*

Fuente: Imágenes tomadas de Eucerin<sup>8</sup>

- PIEL MIXTA: La piel mixta se caracteriza por:
  - ➔ Zona T grasa (frente, mentón y nariz)
  - ➔ Poros agrandados en esta zona, con algunas impurezas
  - ➔ Mejillas entre normales y secas

✚ Si la persona tiene la piel muy grasosa o con tendencia acnéica, lo ideal es que utilice un fotoprotector que presente una base acuosa, este tipo de fotoprotectores serían los fluidos, ultrafluido, emulsiones, geles.

Figura 10. Ejemplo de piel mixta



*Una zona T grasa (frente, nariz y mentón) y mejillas más secas indican la presencia de la llamada piel mixta.*

Fuente: Imagen tomadas de Eucerin<sup>8</sup>

✚ Un aspecto de gran importancia por considerar para hacer una recomendación de productos de fotoprotección es si la persona tiene alguna patología cutánea de fondo como lo puede ser:

- Acné: estos pacientes deben utilizar fotoprotectores “oil free” (libres de aceite)
- Rosácea: estos pacientes deben usar fotoprotectores minerales.
- Dermatitis atópica: en estos pacientes se recomiendan los fotoprotectores minerales pero pueden utilizar químicos si la piel del paciente los tolera.
- Dermatitis seborreica: estos pacientes deben utilizar fotoprotectores con bases en agua

➔ **Personas que tengan rosácea, rojeces, dermatitis, lesiones en la piel van a tener muchos problemas de autoestima, la persona no se siente segura con su piel y es muy importante recomendar filtros que sean de alta cobertura o fotomaquillajes (filtros solares que aporten fotoprotección pero que también ayuden a cubrir las lesiones).**

✚ Existen tres tipos de poblaciones muy importantes que lo ideal es que utilicen **fotoprotectores de amplio espectro** para evitar empeorar sus síntomas:







- Personas con melasma.
- Personas con enfermedades fotosensibles como Lupus y personas que tomen medicamentos fotosensibilizantes.
- Personas con antecedentes de cáncer de piel o mucho daño solar como agricultores o personas que trabajen todo el día exponiéndose a radiación solar.

➔ **Para este tipo de población 3, que tiene mucho daño solar, los fotoprotectores recomendados podrían ser los que poseen unas enzimas reparadoras del ADN**

- ✚ Los tipos de fotoprotectores que van a brindar protección contra la luz visible y azul van a ser los que en su formulación incluyan **antioxidantes** o también los que brindan **color** a la piel de los pacientes, ya que ese pigmento actúa como una pantalla protectora contra la luz visible y azul.
  
- ✚ Personas que realizan ejercicio o actividades al aire libre, es importante que utilicen fotoprotectores que indiquen **resistencia al agua y al sudor**. Pueden venir con alguna de las siguientes indicaciones:
  - **Resistente: Aguanta 40 minutos sumergido bajo el agua.**
  - **Muy resistente: Aguanta 80 minutos sumergido bajo el agua.**

Un aspecto importante para todas las personas es que entre más alto sea el fenotipo de piel del paciente podría hacerse la recomendación de un fotoprotector de FPS más bajo como entre 15 y 30; sin embargo al ser Costa Rica un país tropical y debido a su latitud, estamos bastante expuestos a las radiaciones solares, es por esto que lo ideal sería utilizar siempre un fotoprotector con un FPS de 50+, a esto se le suma que normalmente las personas no utilizan la cantidad adecuada de fotoprotector entonces un producto de FPS 50+ sería lo más recomendable y más aún si la persona se expone en gran cantidad a la radiación solar.

**Tabla 5. Fototipos de piel según escala de Fitzpatrick**

Tipo de piel	Color de piel	Susceptibilidad a las quemaduras solares	Susceptibilidad al cáncer de piel	Ejemplo del color de piel
I	Blanco	Muy fácilmente	Muy alto	Type I 
II	Blanco	Fácilmente	Muy alto	Type II 
III	Blanco	Moderadamente	Alto	Type III 
IV	Marrón claro	Ocasionalmente	Moderado	Type IV 
V	Marrón	Poco frecuente	Bajo	Type V 
VI	Negro/Marrón oscuro	Nunca/Rara vez	Bajo	Type VI 

Fuente: Elaboración propia a partir de la referencia<sup>9</sup>

## Referencias

1. Robert L, Madridejos R, Diego L. El Sol, Las Radiaciones y Los Fotoprotectores Solares. BIT. [Internet]. 2020 [citado el 17 de noviembre del 2022]; 31 (6): 35-42. Disponible en: [https://medicaments.gencat.cat/web/.content/minisite/medicaments/professionals/bulletins/boletin\\_informacion\\_terapeutica/documents/arxiu/BIT-6-2020-accessible-sol-radiaciones.pdf](https://medicaments.gencat.cat/web/.content/minisite/medicaments/professionals/bulletins/boletin_informacion_terapeutica/documents/arxiu/BIT-6-2020-accessible-sol-radiaciones.pdf)
2. Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social. Exposición a radiaciones ultravioletas. 2da ed. Argentina: SRT; 2019.
3. Narla S, Kohli I, Hamzavi I, Henry L. Visible Light in Photodermatology. Photochem. Photobiol. Sci. [Internet]. 2020 [citado el 17 de noviembre del 2022]; 19 (99): 99-104. DOI: 10.1039/c9pp00425d
4. Sanz C, Pérez M, Cortijo J. La radiación solar y la fotoprotección. Act. Farma Terap. [Internet]. 2021 [citado el 17 de noviembre del 2022]; 19 (2): 88-108. Disponible en: <https://www.socesfar.es/wp-content/uploads/2021/10/AFTV19N2-06D-Revisiones-en-farmacoterapia-1.pdf>
5. El Farmacéutico n° 536. Fotoprotección: novedades, tendencias y rol del farmacéutico. 1era ed. México: Ediciones Mayo; 2016.
6. Garnacho G, Salido R, Moreno JC. Efectos de la radiación solar y actualización en fotoprotección. An Pediatr [Internet]. 2020 [citado el 17 de noviembre del 2022]; 92 (6): 1-9. Disponible en: <https://sci-hub.se/https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1695403320301661>
7. Uniderma Skin Solutions. [Internet] Costa Rica: Uniderma Skin Solutions; 2022 [consultado el 17 de noviembre del 2022]. Heliocare oral y tópico; 1 página. Disponible en: <https://www.uniderma.net/HELIOCARE-Oral-y-T%C3%B3picos/c39254062>
8. Eucerin [Internet]. Hamburgo: Eucerin; 2022 [consultado el 17 de noviembre del 2022]. Tipos de piel; 1 página. Disponible en: <https://int.eucerin.com/sustainability>
9. Young A, Claveau J, Rossi A. Ultraviolet radiation and the skin: Photobiology and sunscreen photoprotection. J Am Acad Dermatol [Internet]. 2016 [citado el 17 de

noviembre del 2022]; 77 (3): 100-109. DOI:  
<https://doi.org/10.1016/j.jaad.2016.09.038>