

GUÍA soludable

Guía de

BUENAS PRÁCTICAS

para una exposición
solar saludable



-Primera edición: mayo 2021

- ISBN : 978-84-09-20833-3

-Edita: Agencia Sanitaria Costa del Sol (Marbella, Málaga)



PRESENTACIÓN

Las radiaciones del sol influyen decisivamente en nuestra salud física, psicológica y emocional. Los seres humanos necesitamos de las radiaciones ultravioletas para sintetizar vitamina D. Al mismo tiempo, en exceso el sol puede dañarnos la piel, los ojos y alterar nuestro sistema inmune. El cáncer de piel o las cataratas son problemas de salud que se relacionan con una sobreexposición a las radiaciones ultravioleta, y que ocasionan una importante carga de enfermedad e importantes costes sanitarios en todo el mundo.

El objetivo de esta guía es ofrecer una información completa y de calidad sobre los efectos de las radiaciones solares en la salud, y trasladar de forma didáctica las recomendaciones sanitarias en materia de fotoprotección.

Nuria Blázquez Sánchez y Magdalena de Troya Martín



BUENAS PRÁCTICAS para una EXPOSICIÓN SOLUDABLE.

Como dicen Nuria Blázquez y Magdalena de Troya en la introducción de la guía "La luz del sol es necesaria para la vida en nuestro planeta, cada uno de nosotros necesitamos el sol para nuestra salud física, psicológica y emocional".

Como dice esta magnífica GUÍA, es evidente que el sol fortalece nuestras defensas, refuerza y regula nuestro sistema inmunológico y nos previene de enfermedades.

Además, se sabe que el sol ayuda a mejorar el estado anímico, generando una sensación de sosiego y bienestar, junto a una acción estimulante. También sabemos que el sol mejora el sueño, al regular nuestros ritmos circadianos. Y junto a ello, fortalece los huesos y aleja la osteoporosis, al ayudar al organismo para la generación de vitamina D, además de mejorar afecciones de piel, como la psoriasis o el acné, al tener propiedades terapéuticas por su efecto antiinflamatorio y mantener a raya la tensión, al reducir los niveles de la hormona paratiroidea.

El problema es que todas estas acciones saludables del sol tienen la otra cara, al ser causante de enfermedades y de lesiones dermatológicas. El cáncer de piel o las cataratas son problemas de salud que se relacionan con una sobreexposición a las radiaciones ultravioleta. Por tanto, el exceso de sol es malo. Necesitamos ser SOLUDABLES, palabra mágica. El sol es fundamental que sea saludable y por tanto, SOLUDABLE. NECESITAMOS que las personas disfruten de una EXPOSICIÓN SOLAR INTELIGENTE y que aprendan a CUIDAR de su salud.

Una manera de reducir las preocupaciones sobre el sol y sus efectos es confrontar a los que dudan con la preocupación. Los sesgos que podemos tener están ligados a que aceptamos solo la información que cuadra con nuestras creencias a priori, además de que nos creemos que sabemos más sobre un fenómeno de lo que realmente sabemos, o por el que atribuimos relación causa-efecto a fenómenos que se producen. Y es que la persuasión requiere que la información se combine con la emoción para que la información llegue por sentirse cercana. También es importante empatizar con historias reales y próximas. Y estas historias tienen

Joan Carles March Cerdá.

Profesor de la Escuela Andaluza de Salud Pública.

Codirector de la Escuela de Pacientes de la Consejería de Salud y Familias de la Junta de Andalucía.



que tener alma con h. Y esas historias comunicativas tienen que tener Honestidad, Humildad, Hechos, Habilidades, Humor y Heroísmo. Ponerle honestidad es pensar antes de decir y hacerlo con coherencia. Humildad implica pedir las cosas Por Favor, Dar las Gracias y Pedir Perdón cuando nos equivocamos. Un toque de Humor, hablando en Positivo ayuda. Además es necesario tener Habilidades, lo que implica hacer una autocrítica constructiva, a partir del talento que tenemos y las horas que le dedicamos y un elemento fundamental

es contagiar emociones a partir de los Hechos. Y además hacerlo en equipo conlleva ponerles Humanidad (mejorar las relaciones interpersonales), Huella (hacer un proyecto participativo) y Hueco (desarrollar el reconocimiento del saber). Todos queremos sentirnos parte de la solución. Y el h-alma nos ayuda a ello. Y eso ayuda a cuál es el comportamiento correcto que debemos seguir. Y es que los individuos tendemos a focalizarnos en aquella información que más se enfatiza, la SOLUDABLE.

Ante ello, el miedo es una emoción de protección y alerta frente al peligro, que nos enseña algo profundo de nosotros mismos y, si sabemos identificarlo, lo podremos vencer y así podremos conocernos más profundamente a nosotros mismos. Y ante ello, necesitamos buscar la solución, yendo con cuidado en contagiar miedo, donde ya hay miedo, porque el miedo genera escepticismo. Lo emocional es clave para conseguir el cambio. Por ello, necesitamos historias que llenen de emoción. Y tener en cuenta que existen PRINCIPIOS para que la

comunicación llegue, que implica prepararse, creerse lo que uno cuenta y hacerlo con un estilo que convenza con razones y consiga la adherencia desde las emociones. Y para transmitir el mensaje con éxito y que sea SOLUDABLE es necesario usarlo con tintes y formas saludables y SOLUDABLES, generando puentes de diálogo a través de una estrategia adecuada que, sin duda, puede tener poderosos efectos SOLUDABLES.



ÍNDICE

PRESENTACIÓN

PRÓLOGO

CAPÍTULO I

RADIACIÓN SOLAR

1.1	¿Qué es el sol?	14
1.2	El sol como fuente de energía	15
1.3	El sol y la vida en la tierra	20
1.4	Composición del espectro solar	23
1.5	Tipos de radiación solar	26
1.6	Radiación directa, difusa y refleja	30
1.7	Variaciones de la radiación solar	34
1.8	Índice ultravioleta	42
1.9	Capa de ozono y radiación ultravioleta	45
1.10	Cambio climático y radiación solar	49
1.11	Bibliografía	50

CAPÍTULO II

RADIACIÓN SOLAR Y SALUD

2.1	Efectos beneficiosos de la radiación solar en la salud	54
2.1.A	Efectos asociados a la síntesis de vitamina D	55
2.1.B	Efectos sobre la piel	60
2.1.C	Efectos psicológicos	61
2.2	Efectos perjudiciales de la radiación solar en la salud	62
2.2.A	Golpe de calor	64
2.2.B	Efectos perjudiciales sobre la piel	66
2.2.C	Efectos perjudiciales sobre los ojos	76
2.2.D	Efectos sobre el sistema inmunológico	82
2.3	Bibliografía	83

CAPÍTULO III

CÁNCER DE PIEL

3.1	Estructura y funciones de la piel	88
3.2	¿Qué es el cáncer de piel?	90
3.3	Tipos de cáncer de piel	91
3.4	Incidencia y mortalidad	94
3.5	Factores de riesgo	96
3.6	Signos de alarma	104
3.7	¿Cómo se diagnostica?	106
3.8	Modalidades de tratamiento	107
3.9	Pronóstico	111
3.10	Prevención	113
3.11	Bibliografía	114

CAPÍTULO IV

FOTOPROTECCIÓN

4.1	Justificación de la fotoprotección	118
4.2	Historia de la fotoprotección	120
4.3	Concepto y clasificación	125
4.4	Mecanismos naturales de fotoprotección	126
	– Fotoprotección medioambiental	
	– Fotoprotección intrínseca de la piel	
	– Fotoprotección intrínseca de los ojos	
4.5	Mecanismos adicionales de fotoprotección	140
	– UVI	– Gafas de sol
	– Horarios	– Fotoprotectores tópicos
	– Sombra	– Fotoprotectores orales
	– Cristales	– Alimentación
	– Sombreros	– Hidratación
	– Prendas	
4.6	Personas de alto riesgo	168
4.7	Situaciones de alto riesgo	172
4.8	Lámparas UV	174
4.9	Medicamentos y otros fotosensibilizantes	176
4.10	Impacto medioambiental de la fotoprotección	178
4.11	Bibliografía	180

CAPÍTULO V

RECOMENDACIONES SOLUDABLES

5.1	Modelo saludable	186
5.2	Decálogo de fotoprotección	188
5.3	Recomendaciones en la infancia	191
5.4	Recomendaciones en la adolescencia	194
5.5	Recomendaciones en la senectud	197
5.6	Recomendaciones en el embarazo	200
5.7	Recomendaciones para deportistas	202
5.8	Recomendaciones para trabajadores	205
5.9	Recomendaciones para turistas	207
5.10	Recomendaciones para personas con hipersensibilidad solar	212
5.11	Recomendaciones para dueños de mascotas	215
5.12	Recomendaciones para instituciones y empresas	216
5.13	Bibliografía	218

GUÍA saludable

CAPÍTULO VI

PREGUNTAS FRECUENTES

221

RELACIÓN DE AUTORES

276

ABREVIATURAS

277

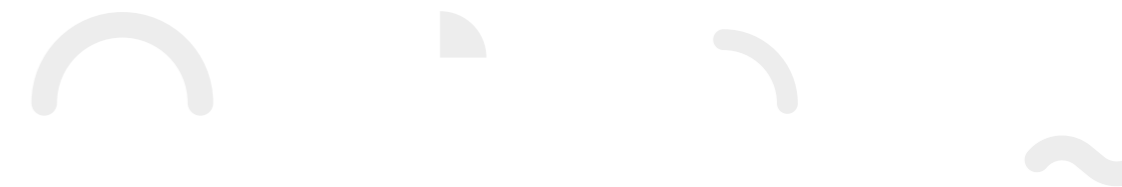
PÁGINAS WEBS RECOMENDADAS

277

CAPÍTULO I

RADIACIÓN SOLAR

José Aguilera Arjona y Félix López Figueroa
· Más información sobre autores pag. 274



1.1 ¿QUÉ ES EL SOL?

El Sol es la estrella central del Sistema Solar. Alrededor de él gira un conjunto de objetos astronómicos entre los que se encuentran **ocho planetas**, uno de los cuales es **la Tierra**.

El Sol es la estrella más cercana a la Tierra (situada a **150 millones** de kilómetros de ella) y tiene un tamaño **100 veces superior** a aquella, motivo por el cual es visible desde nuestro planeta como más grande y brillante que el resto de las estrellas que conocemos. En realidad, se trata de una pequeña estrella de las más de **150.000 millones** que componen la Vía Láctea¹.

Su **composición** es de una **masa gaseosa** constituida por **hidrógeno (81%)**, **helio (18%)** y **otros elementos (1%)**. El hidrógeno actúa como combustible y, en el núcleo solar, donde la temperatura es cercana a 15 millones de grados centígrados, se produce su transformación en helio. Es en este proceso de transformación, conocido como **fusión nuclear**, cuando se desprende la energía que llega a la Tierra, en forma de **luz y calor**².

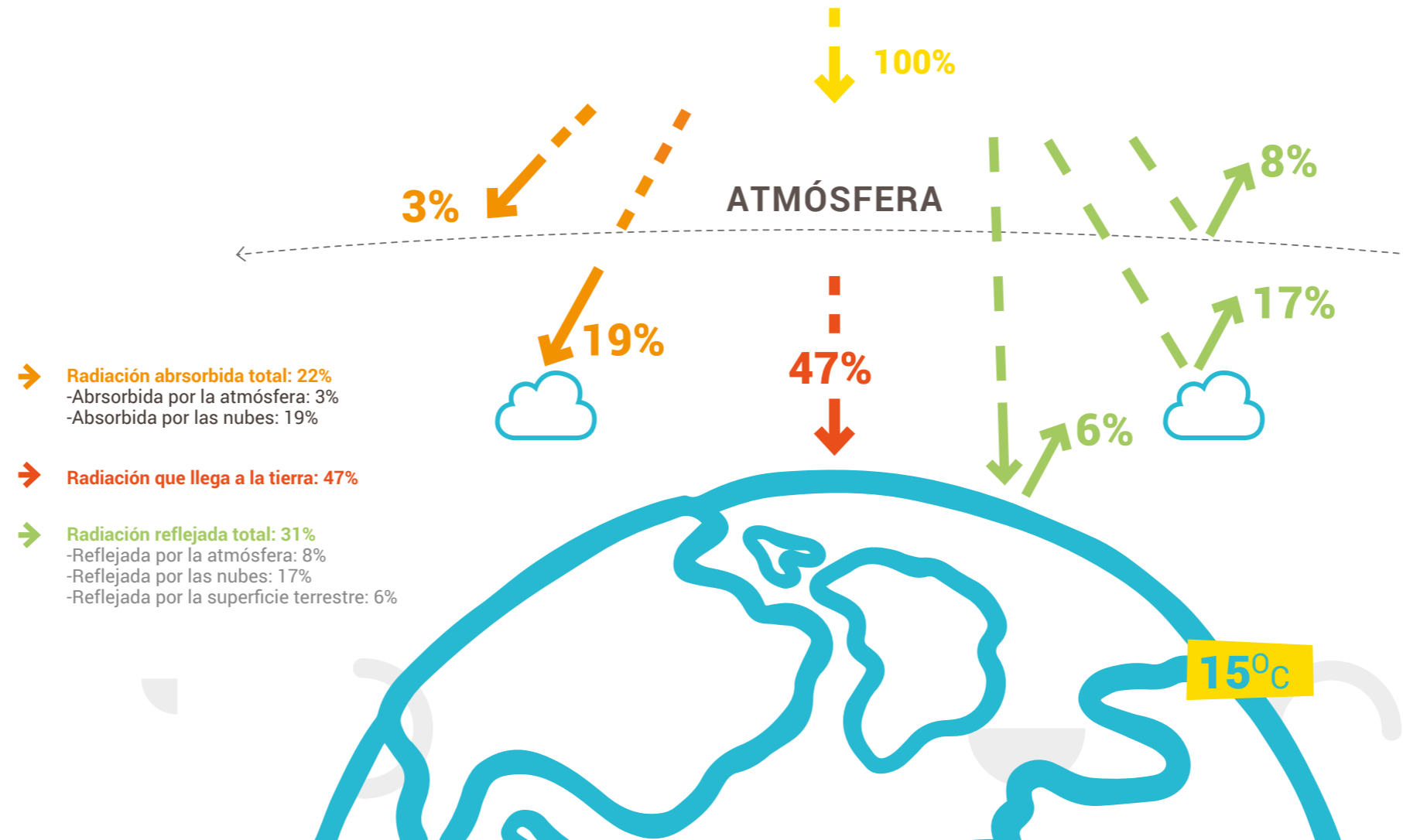
La **fotosfera**, superficie brillante del Sol, tiene una temperatura de unos **6.000°C**, con algunas regiones más oscuras, las manchas solares, cuyo número depende de la actividad solar.

1.2 EL SOL COMO FUENTE DE ENERGÍA

El Sol constituye la principal fuente de energía para la Tierra. Irradia una inmensa cantidad de radiación de diferentes longitudes de onda hacia la Tierra, pero gracias a la acción protectora de la atmósfera, sólo una parte llega hasta la superficie. Debido a las reacciones nucleares de fusión que tienen lugar en el interior del Sol, unos **4 millones** de toneladas de materia se transforman en energía cada segundo, similar a lo que sería un gigantesco reactor nuclear con una potencia de unos **1026 W** (o sea, del orden de unos **100.000 billones** de centrales nucleares convencionales, como la de Vandellós, Ascó o Almaraz)^{1,2}.



Como ya hemos apuntado no toda la energía proveniente del Sol alcanza la Tierra. A su paso por la atmósfera, **la radiación solar se atenúa debido a los procesos de absorción y difusión que producen los gases y partículas de la atmósfera y las nubes.** Un **22%** de la radiación solar es absorbida por la atmósfera, mientras que un **31%** regresa al espacio exterior, de forma directa (reflejada por las nubes) o indirecta (reflejada por los materiales terrestres). El porcentaje restante (**47%**) es el que finalmente es recibido por nuestro planeta (Figura 1.1). La energía que llega a la Tierra es la misma que la que se disipa cumpliendo **la primera Ley de la Termodinámica:** la energía no se crea ni se destruye, sólo se transforma. La forma en que se disipa la energía es la de **calor o radiación infrarroja.**



Los gases de la atmósfera como vapor de agua, CO₂, metano, óxido de nitrógeno, entre otros, absorben parte de esa radiación infrarroja y la reemiten de nuevo al suelo terrestre y océanos permitiendo que se alcancen en la Tierra temperaturas medias de **15°C**. Sin estos gases, denominados gases de efecto invernadero, la temperatura media de la tierra sería de **-18°C**.

Figura 1.1.
Balance energético de la Tierra



La irradiancia solar es la magnitud empleada para indicar el valor de la radiación incidente en una superficie. En el caso del Sol, **se define como la energía solar recibida por unidad de superficie en m² y unidad de tiempo en segundos. En el mediodía de un día claro de verano en España se reciben del orden de 800 W/m² de una superficie horizontal.** A lo largo de un **día despejado la irradiancia varía, sobre todo, por la inclinación de los rayos solares.** Esta inclinación **es mayor en invierno, por lo que disminuye entonces la irradiancia solar.** En la cima de la atmósfera, la irradiancia solar en dirección perpendicular tiene un valor medio de **1.367 W/m²**³.

Este valor se denomina **constante solar** porque se mantiene prácticamente constante durante decenas o centenares de años, ya que, al ser básicamente dependiente de factores astronómicos o astrofísicos, su variación es muy lenta. A su paso por la atmósfera, la radiación solar se atenúa debido a procesos de absorción y difusión que producen los gases y partículas de la atmósfera y las nubes. **La irradiancia solar incidente en el suelo no suele superar los 1.000 W/m², dependiendo mucho de la latitud, altura, la hora del día, época del año y estado del cielo.**



1.3 EL SOL Y LA VIDA EN LA TIERRA

La energía que emite el Sol alcanza la Tierra en forma de luz y calor, es necesaria para que se lleve a cabo la **fotosíntesis** (y con ella el desarrollo de la cadena trófica de los seres vivos) y para la regulación del clima terrestre, piezas claves para la supervivencia del hombre en el planeta ³.

Ya en la superficie de la Tierra, la **energía solar se aprovecha para calentar el suelo, el aire y el agua**; un 10% es consumida por las plantas y los animales, y aproximadamente un 30% actúa sobre los océanos, evaporando el agua para formar las nubes.

La forma e inclinación de la Tierra hacen que el Sol ilumine de diferentes maneras las distintas partes de su superficie. Por eso, cuando en algunos lugares es de día, en otros es de noche, y cuando en algunas partes es primavera, en otra es invierno. El Sol también tiene que ver en la formación de los vientos, que se producen por los movimientos que hace la Tierra al girar y por la forma desigual en que el Sol calienta su superficie.

El calor que proporciona el Sol es muy importante para la vida. Hoy se sabe que las temperaturas de la Tierra son las más adecuadas para que se desarrollen las distintas formas de vida que conocemos. **Los seres vivos pueden adaptarse a diferentes temperaturas ambiente.**

Las personas, por ejemplo, podemos sobrevivir en temperaturas de hasta 20 grados centígrados bajo cero. También podemos hacerlo en temperaturas altas hasta los **40 ó 45 grados centígrados.** En el planeta, las temperaturas más bajas alcanzan los 60 grados bajo cero durante el invierno en los polos Norte y Sur; las más altas se registran en los desiertos, donde los termómetros llegan a medir más de 50 grados centígrados. **Algunas formas de vida soportan más calor y más frío del que soportan los humanos** ^{4,5}.

El Sol también afecta el comportamiento de los seres vivos. Por ejemplo, sin su luz no desarrollaríamos la capacidad de ver; algunos animales que viven en cavernas totalmente oscuras, como los murciélagos, son ciegos ³.



Otros animales emigran a tierras lejanas o se refugian en sus guaridas por meses enteros al llegar el invierno; sus organismos sienten la necesidad de hacer esto cuando los días son más cortos y en su entorno hay menos horas de luz solar. Las horas de luz (**fotoperíodo**) regulan los procesos de reproducción como la producción de flores y en los animales, algunos cambios orgánicos que también estimulan el deseo de aparearse.

Uno de los efectos más importantes del Sol en el planeta es su participación en el proceso de la **fotosíntesis**, mediante el cual las plantas, algas y algunas bacterias producen energía (molécula de ATP) y poder reductor (NADPH) necesarios

para la transformación de compuestos inorgánicos como el **CO₂, nitrato o sulfato, en compuestos orgánicos** (proteínas o carbohidratos).

En el proceso de **fotosíntesis** se usa el agua como donante de electrones que se rompe por la luz (fotólisis del agua) liberándose oxígeno (O₂). Los organismos fotosintéticos son la base de la red trófica del flujo de energía en la biosfera. La gran mayoría de los alimentos y combustibles que consumimos están relacionados, de una o de otra manera, con la fotosíntesis; para que ésta se realice se necesita del Sol. Por esto se dice que toda la vida en la Tierra depende del Sol ⁶.

1.4 COMPOSICIÓN DEL ESPECTRO SOLAR

La luz solar es un conjunto de radiaciones electromagnéticas que provienen del Sol. Estas radiaciones tienen una doble naturaleza, ondulatoria y corpuscular, ya que se comportan como onda o como partícula según la propiedad que se analice.

Una onda o radiación electromagnética se define como el transporte de la energía generada por la vibración de electrones u otras partículas con carga eléctrica de un punto a otro del espacio. Pueden propagarse tanto a través de un medio material como en el vacío. La radiación electromagnética se forma por saltos de los electrones en los orbitales de los átomos. Cuando se aplica una energía

externa a un átomo de cualquier elemento (por ejemplo calor) los electrones que giran alrededor del núcleo del átomo se salen de su órbita precipitadamente, retornando después a ella. Ese vaivén del electrón empezará a generar energía cuando el electrón esté fuera de su órbita y a liberarla cuando regrese a ella. Ese cambio de estado continuo, acumular energía y liberarla, emite una diferencia de energía conocida como onda electromagnética. La energía liberada por una onda es inversamente proporcional a su longitud de onda.



La onda se caracteriza por la amplitud (altura de la onda) y la longitud de onda (la distancia entre valles o picos de la onda) (Figura 1.2). Las longitudes de onda más pequeñas están asociadas a más energía ya que la energía es inversamente proporcional a la longitud de onda.

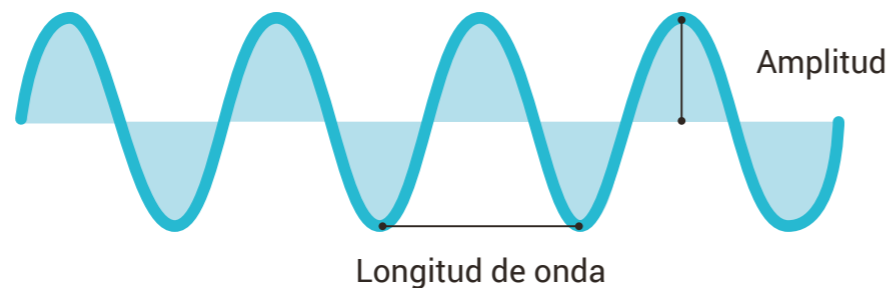


Figura 1.2.
Onda electromagnética

Así, además de la intensidad de la radiación, interesa conocer su **longitud de onda o intervalo espectral**, fundamental para conocer los efectos de la radiación.

El Sol emite un amplio espectro de radiación, con longitudes de onda que van desde menos de 10 picómetros (rayos gamma) hasta 1 mm (infrarrojos). En general, las radiaciones más

potentes presentan menores longitudes de onda, mientras que las más débiles se caracterizan por longitudes más amplias. Las radiaciones solares de mayor intensidad (rayos gamma y rayos X) se atenúan completamente en la atmósfera alta, de manera que a nivel de la superficie terrestre solamente llegan tres radiaciones del espectro solar: **ultravioleta, luz visible e infrarrojo** (Figura 1.3).

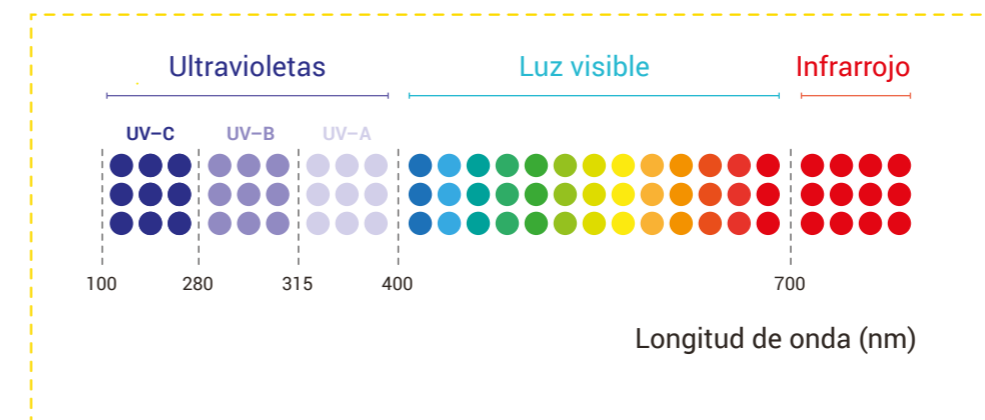


Figura 1.3.
Espectro electromagnético de la radiación solar que llega a la tierra.

Antes de entrar en la atmósfera de la Tierra, la irradiancia solar contiene aproximadamente un **10% de radiación ultravioleta, un 40% de radiación visible y un 50% que corresponde al infrarrojo próximo**. Estas proporciones varían después de atravesar la atmósfera, ya que la atenuación de esta depende notablemente de la longitud de onda.

1.5 TIPOS DE RADIACION SOLAR

Las características de las diferentes radiaciones solares son (Figura 1.4 y 1.6) 7:

1. RADIACIÓN ULTRAVIOLETA (UV):

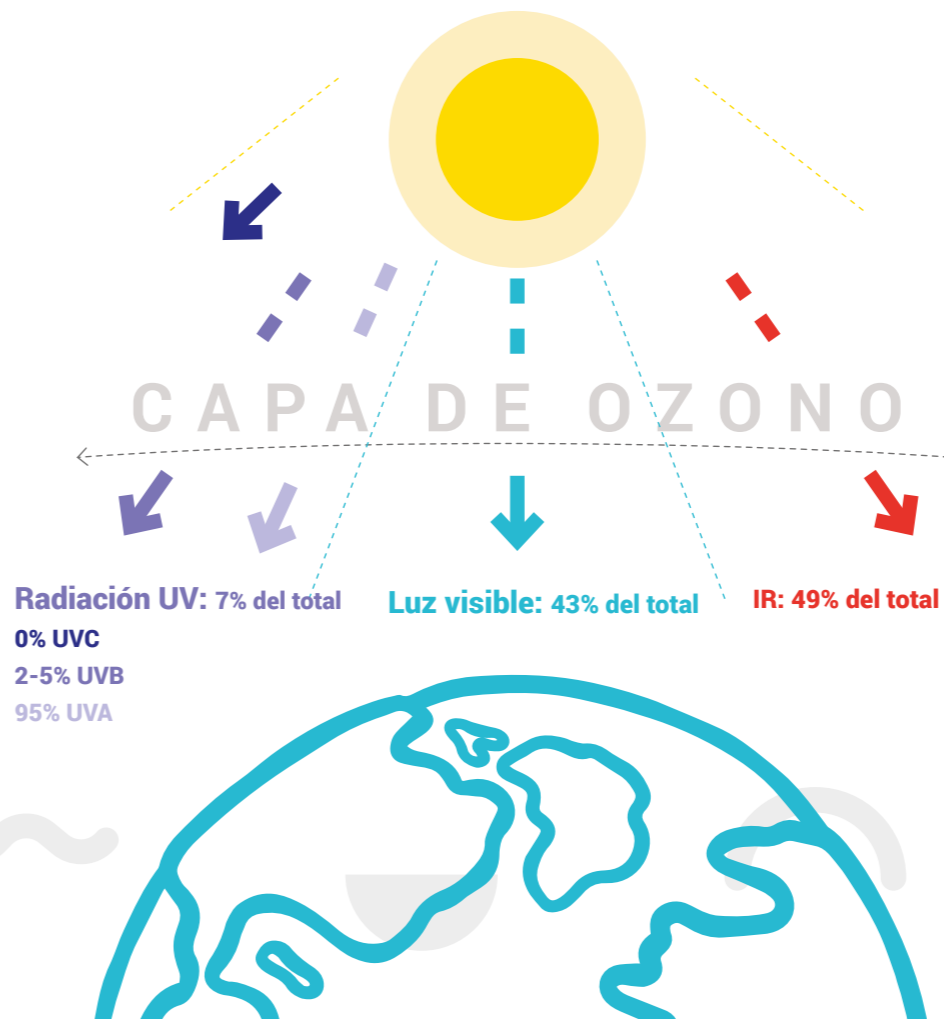
Son radiaciones electromagnéticas emitidas a longitudes de onda entre 100 y 400 nm, lo que hace que no sea perceptible a la vista humana. Sólo un 7% de toda la radiación solar que llega a la Tierra es UV; sin embargo, son múltiples sus efectos debido a que es una radiación muy potente, responsable de la mayor parte de los efectos biológicos sobre nuestra salud.

La radiación ultravioleta se divide en tres componentes, según su longitud de onda (λ):

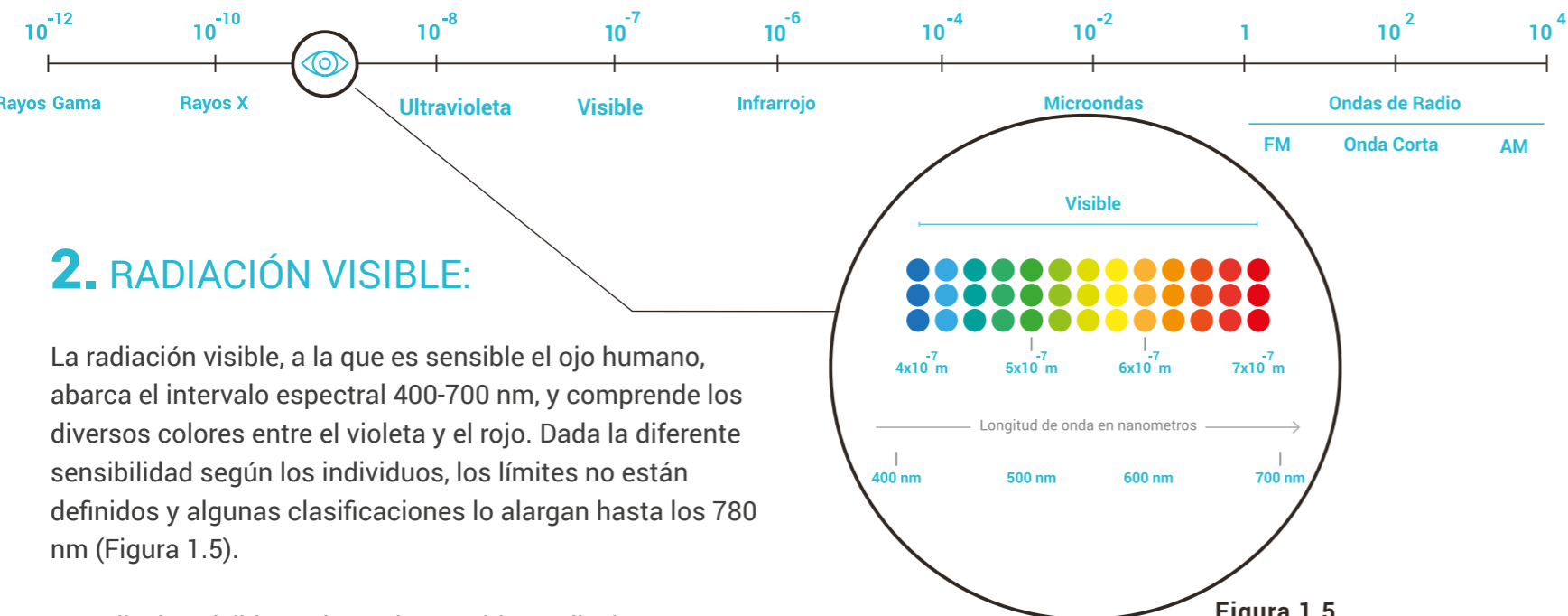
- **UVC ($\lambda = 100$ a 280 nm):** Es la más nociva para los seres vivos, debido a su gran energía. Afortunadamente, el oxígeno atómico (O) y la capa de ozono (O₃) la absorben al 100%, incluso en zonas donde se encuentra dañada.

- **UVB ($\lambda = 280$ a 320 nm):** Es absorbida en gran parte por la capa de ozono, por lo que sólo una mínima parte (2-5% del total de la radiación UVB) alcanza la superficie de la Tierra. Alcanza el suelo con valores energéticos pequeños (inferiores en general a 2 W/m^2) pues una gran parte de ella es absorbida por la capa de ozono. Es responsable de la mayoría de las reacciones fotobiológicas en la epidermis. Sólo un 10% alcanza la dermis. A corto plazo, es el tipo de radiación más relacionado con las quemaduras solares y bronceado diferido, mientras que a largo plazo se sabe que son el principal causante de la mayoría de los cánceres de cutáneos.

Figura 1.4. Distribución de la radiación solar que alcanza la superficie terrestre.



- **UVA ($\lambda = 320$ a 400 nm):** La radiación UVA alcanza el suelo con valores máximos del orden de 50 W/m^2 al mediodía en verano. Constituye el 95% de la radiación UV que llega a la Tierra. La radiación UVA es más débil que la UVB; sin embargo, es más constante durante todo el año y **tiene la capacidad de penetrar de forma más profunda en la piel**. En la piel, los rayos UVA, al penetrar en capas más profundas, provocan envejecimiento celular y daño del ADN de estas células. Estos rayos están asociados al daño de la piel a largo plazo tal como las arrugas, pero también se considera que desempeñan un papel en algunos tipos de cáncer. La mayoría de las camas bronceadoras emiten grandes cantidades de UVA que, según se ha descubierto, aumentan el riesgo de cáncer de piel^{10,11}.



2. RADIACIÓN VISIBLE:

La radiación visible, a la que es sensible el ojo humano, abarca el intervalo espectral 400-700 nm, y comprende los diversos colores entre el violeta y el rojo. Dada la diferente sensibilidad según los individuos, los límites no están definidos y algunas clasificaciones lo alargan hasta los 780 nm (Figura 1.5).

La radiación visible se denomina también radiación fotosintéticamente activa por su papel en la fotosíntesis de las plantas. En fotometría, el espectro visible se utiliza para definir las unidades de iluminación. En la radiación solar, la parte visible constituye aproximadamente el 43% de la radiación total. A la cima de la atmósfera llegan aproximadamente unos 550 W/m^2 de radiación visible mientras que en la superficie no suele superar los 400 W/m^2 . Esta radiación no es nociva para la salud humana.

La composición de los diferentes colores visibles da luz blanca. La difusión por las moléculas del aire es mayor para longitudes de onda cortas, dando al cielo un tono azul de la luz difusa y unos tonos rojizos crepusculares para la luz directa. Las partículas difunden por igual todos los colores, lo que explica el color blanco de las nubes.

Figura 1.5.
Espectro de la luz visible

3. RADIACIÓN INFRARROJA:

Constituye aproximadamente la mitad de la radiación solar que llega a la Tierra. La radiación infrarroja (IR) es una radiación electromagnética cuya longitud de onda comprende desde los 800 nm hasta 1000 nm limitando con el color rojo oscuro en la zona visible del espectro, hasta 1 mm, ya en el dominio de las microondas. Se divide en infrarrojo cercano (800-2500 nm), infrarrojo medio (2500 nm-50 μm) e infrarrojo lejano (50 μm -1500 μm).

Se trata de una radiación de gran longitud de onda, que lleva poca energía asociada. Los rayos IR nos proporcionan una energía térmica: son responsables de la sensación de calor cuando nos ponemos al Sol. Además, por su capacidad de penetrar en capas profundas de la piel, se ha conocido su implicación en procesos de envejecimiento cutáneo y fotocarcinogénesis. Existen diversos equipos emisores de calor radiante en el IR, muchos de ellos con finalidades terapéuticas.

Tipo	Longitud de onda	Acción	Penetración en la piel	Efecto en la piel
UVC	100-280nm	Biológica	Epidermis	- Carcinógeno
UVB	280-320nm	Biológica	Epidermis	- Quemadura - Bronceado diferido - Fotoenvejecimiento - Cáncer cutáneo
UVA	320-400nm	Biológica	Dermis profunda	- Bronceado inmediato - Fotoenvejecimiento - Cáncer cutáneo
Luz visible	400-780nm	Luminosa	Hipodermis	- Fotoalergia - Fototoxicidad
Infrarrojo	780-1800nm	Térmica	Hipodermis	- Eritema y vasodilatación - Aumento de la temperatura - Cáncer cutáneo

Figura 1.6.
Características de las radiaciones del espectro solar

1.6 RADIACIÓN DIRECTA, DIFUSA Y REFLEJA

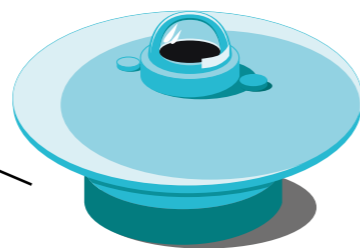
Una parte de la irradiancia solar que incide en el suelo proviene directamente del disco solar (**irradiancia solar directa**) y otra proviene del cielo y las nubes (**irradiancia solar difusa**) (Figura 1.7). La irradiancia que recibimos procede, por tanto, de tres fuentes:

A. Radiación directa: La directa es la que viaja en línea recta desde el sol hasta la superficie de la Tierra, sin haber sufrido cambio alguno en su dirección. Se caracteriza por proyectar una sombra bien definida de todos los objetos opacos que la interceptan.

B. Radiación difusa: Es la radiación que se dispersa por efecto de moléculas y partículas en la atmósfera. Esta radiación se caracteriza por no producir sombra alguna sobre los objetos opacos interpuestos. El porcentaje de radiación difusa es mayor en latitudes altas, con nubes, contaminación y en invierno.

La suma de la irradiancia solar directa y difusa se llama irradiancia solar global y suele medirse con **piranómetros** en los observatorios meteorológicos.

Piranómetro



C. Radiación reflejada (o albedo): Se denomina así a la radiación reflejada por la superficie terrestre. El suelo terrestre refleja poco la radiación solar; sin embargo, en superficies como el hielo o la nieve la reflectividad del suelo puede ser de gran importancia (de hasta un 75% y un 80% respectivamente). Finalmente, la radiación que nos llega a la superficie terrestre es la suma de las distintas componentes (directa, difusa, albedo), denominada radiación global es la que finalmente va a ejercer su efecto biológico sobre los seres vivos. Como ejemplo, en la información que nos ofrece la Agencia Española de Meteorología se muestran siempre las diferentes fracciones de radiación, que van a tener su interés tanto desde el punto de vista del aprovechamiento energético (por ejemplo, para energía fotovoltaica) como su efecto fotobiológico (Figura 1.7).

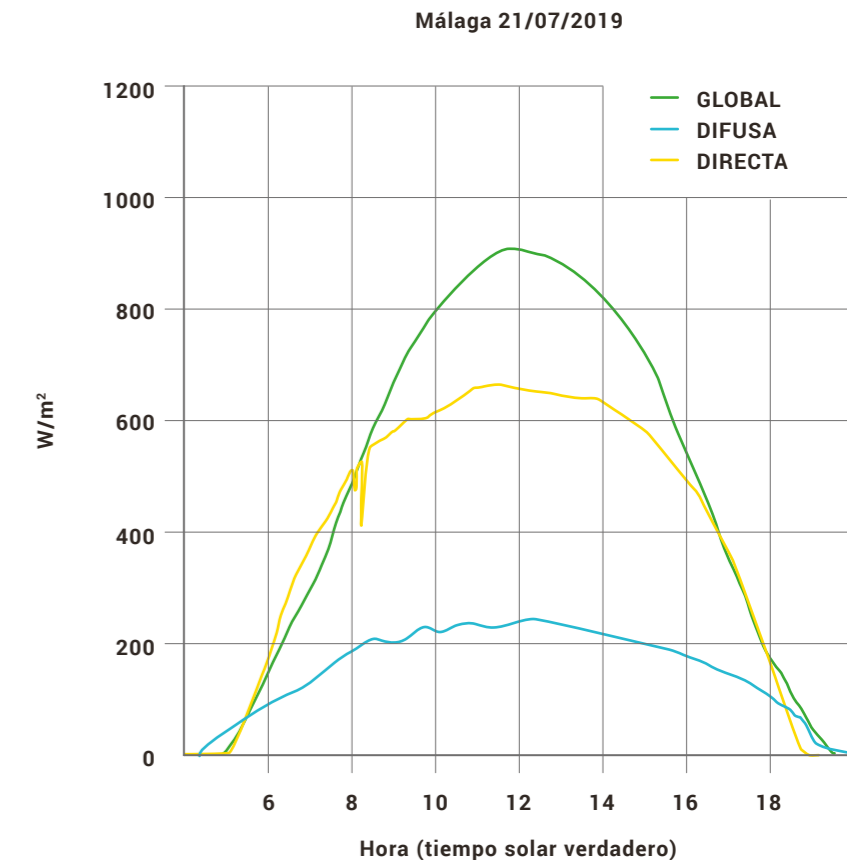


Figura 1.7. Distribución de la irradiancia solar recibida a lo largo del día (Fuente: <http://www.aemet.es>).

En España existe una red radiométrica nacional que recoge todo este tipo de radiaciones para la información pública y el aprovechamiento de la misma para diferentes intereses (Figura 1.8).

- GLOBAL
- GLOBAL (ESTACIÓN AUTOMÁTICA)
- DIFUSA
- DIRECTA
- ULTRAVIOLETA
- OZONO
- INFRARROJO

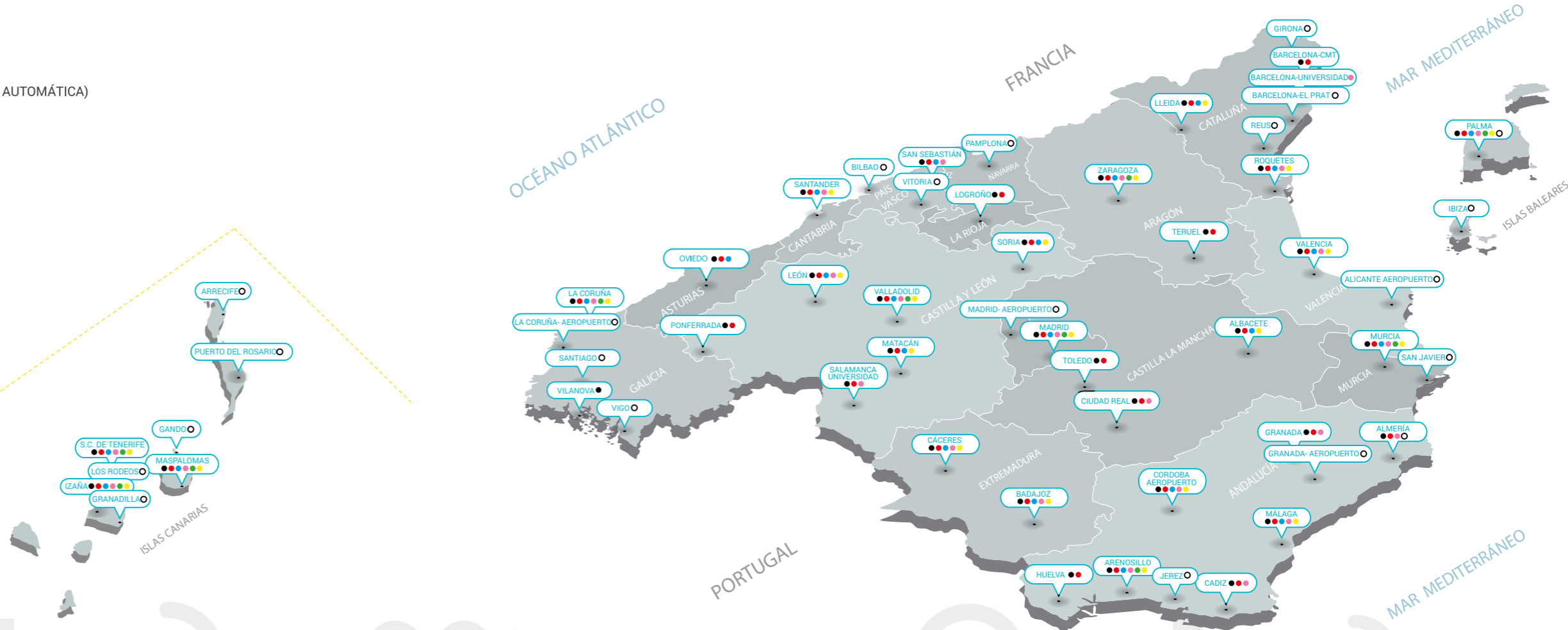


Figura 1.8- Datos informativos recogidos por la Red Radiométrica Nacional (Fuente: <http://www.aemet.es>).

1.7 VARIACIONES DE LA RADIACIÓN SOLAR

La cantidad y la composición de la radiación solar en la superficie de la Tierra dependen de múltiples factores entre los que se encuentran los siguientes:

1. LA ESTACIÓN DEL AÑO:

La intensidad de la radiación UV es mayor en verano porque, a pesar de que en verano la Tierra se encuentra más alejada del Sol, los rayos solares inciden más perpendicularmente en verano que en invierno. De hecho, el riesgo de quemadura por radiación UVB es 6 veces más rápido en verano (Figura 1.9).

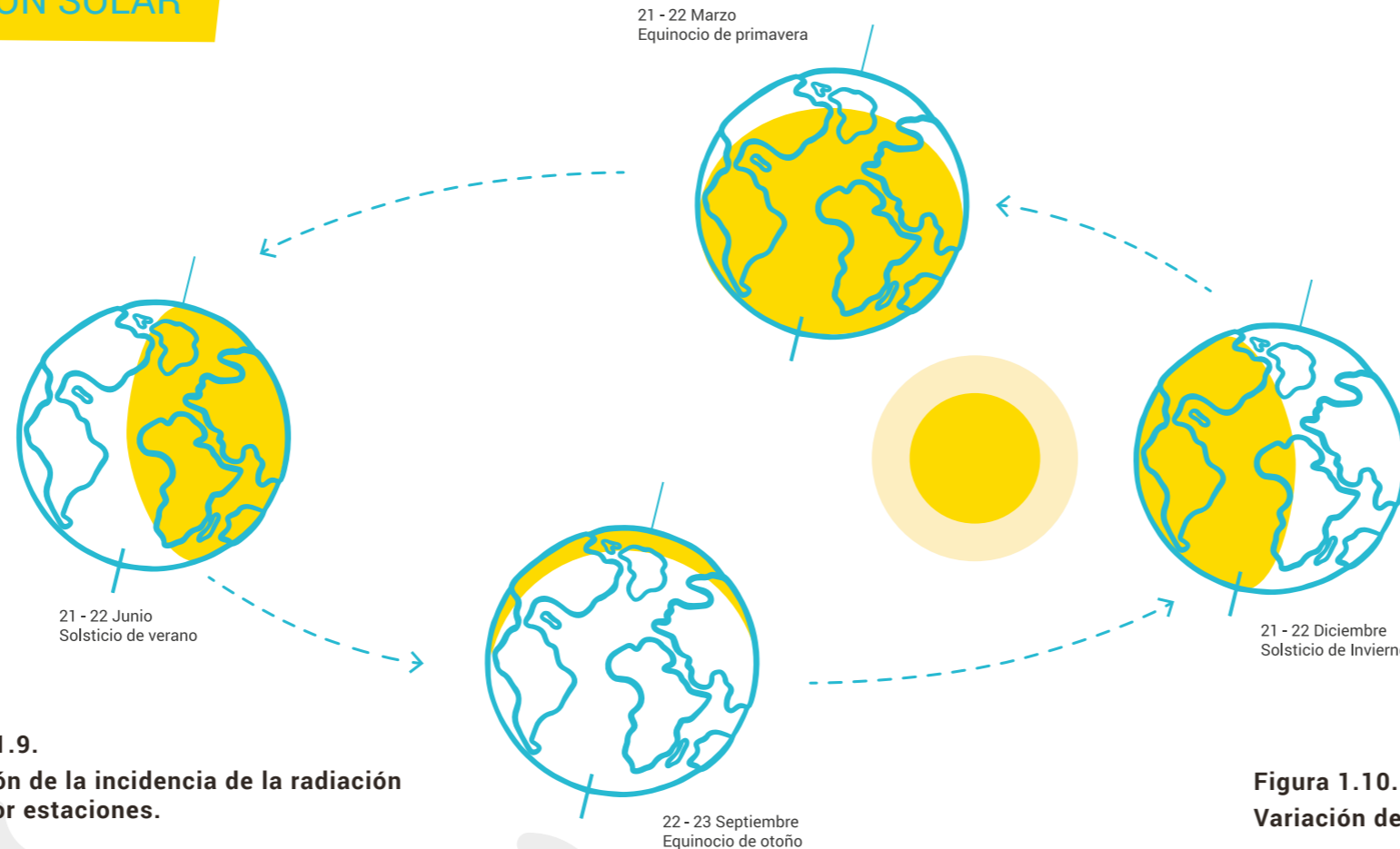


Figura 1.9.
Variación de la incidencia de la radiación solar por estaciones.

2. LA HORA DEL DÍA:

Se produce un arco solar entre el amanecer y el ocaso donde la incidencia de radiación solar va aumentando gradualmente hacia los valores máximos justo al mediodía solar, que coincide con las 14:00 horas del mediodía en período de verano y las 13:00 en período de invierno. En las horas centrales del día, el sol está más perpendicular a la Tierra y la distancia que debe recorrer la radiación solar para atravesar la atmósfera es más corta; así, la cantidad de radiación UVB que llega a la Tierra es mayor. Fuera de estas horas los rayos solares deben atravesar la atmósfera en forma oblicua, lo que reduce en gran forma su intensidad (Figura 1.10).

Elevación solar / ángulo

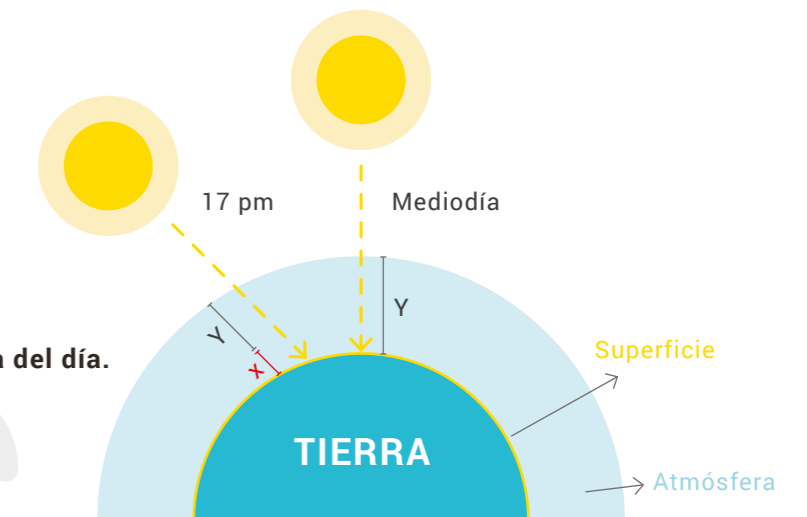


Figura 1.10.
Variación del ángulo solar según la hora del día.

3. LA ALTITUD:

La altitud condiciona el espesor de la capa atmosférica que debe atravesar la radiación solar. A nivel del mar la radiación solar tiene que atravesar toda la capa atmosférica y por tanto, mayor es su atenuación. En grandes alturas la capa de atmósfera a atravesar es menor, por lo que se incrementa la intensidad de la radiación UV a razón de un 4% por cada 300 metros de elevación ⁸.

4. LA LATITUD GEOGRÁFICA:

La intensidad de los rayos solares es mayor en el Ecuador, debido a que el Sol se encuentra más alto en el cielo y la radiación debe recorrer menor distancia. Además, la capa de ozono es menor en los trópicos que en latitudes medias y altas, por lo que existe a este nivel menos absorción de radiación UV por la capa de ozono al atravesar la atmósfera ⁸. Por tanto, encontraremos mayor radiación terrestre cuanto más cerca nos hallemos del Ecuador y menor en latitudes altas. (Figura 1.11)

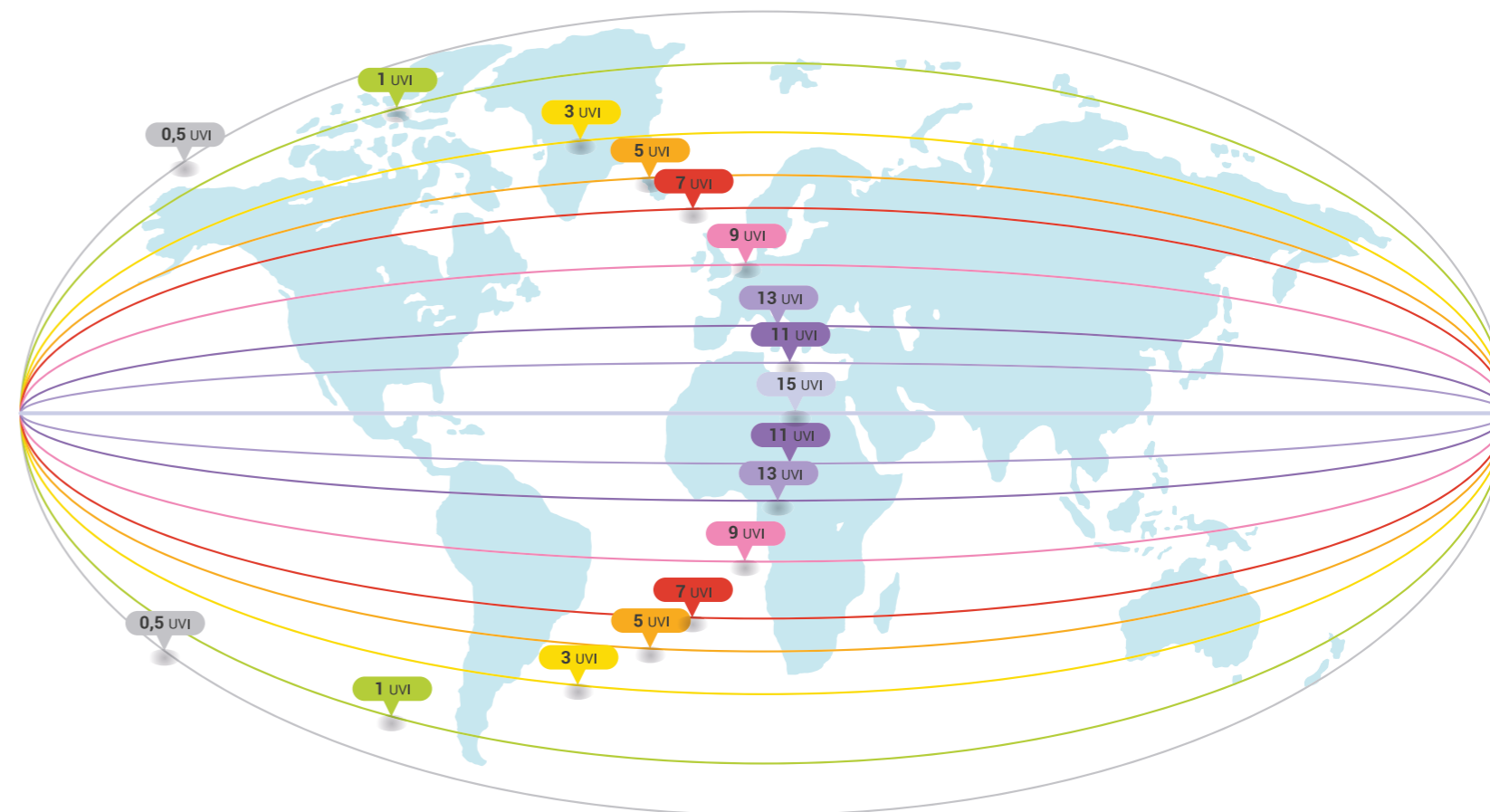


Figura 1.11. Ejemplo de las variaciones del índice UVI en un día despejado, según la latitud geográfica (Fuente: GIMES, 2006. Intersun)

5. LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS:

La influencia de la nubosidad sobre la radiación UV está bien establecida. **Las nubes atenúan el espectro solar** en la misma medida para todo el rango sin modificar ostensiblemente la estructura espectral. Reducen el nivel de radiación UV, pero no la eliminan. Además, la atenuación de la radiación infrarroja ocasiona que la sensación de calor en días nublados sea menor, por lo que resulta más fácil bajar la guardia y quemarse. Junto a la nubosidad, hay otros factores como la niebla y la polución que pueden reducir la radiación UV entre un **10-90%** (Figura 1.12 y 1.13).

Figura 1.12-Irradiancia espectral relativa

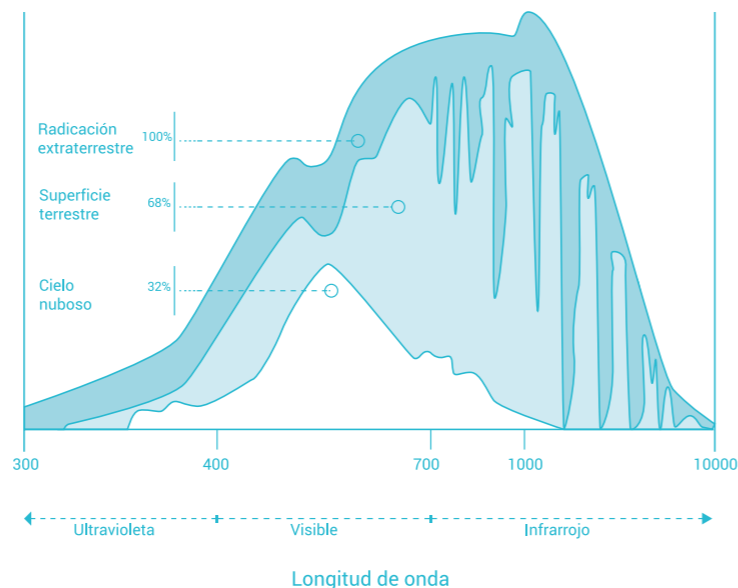


Figura 1.13-Corrección índice UV por nubes

Cantidad de nubes	0-2	3-4	5-6	7-8
Octas	0-2	3-4	5-6	7-8
Altas	1.0	1.0	1.0	0.9
Medias	1.0	1.0	0.8	0.5
Bajas	1.0	0.8	0.5	0.2
Niebla	-	-	-	0.4
Lluvia	-	-	-	0.2

6. LA CAPA DE OZONO:

El ozono es el principal gas atmosférico que absorbe la radiación solar UVB. La capa de ozono (ozonósfera), situada en la estratosfera, entre unos 15 y 30 km de altitud, nos protege de la radiación solar UVB, pero no impide que parte de esta radiación incida en la superficie de la Tierra (Figura 1.14). Cuanto más ozono haya en la ozonósfera, menos radiación UVB alcanza el suelo ⁹.

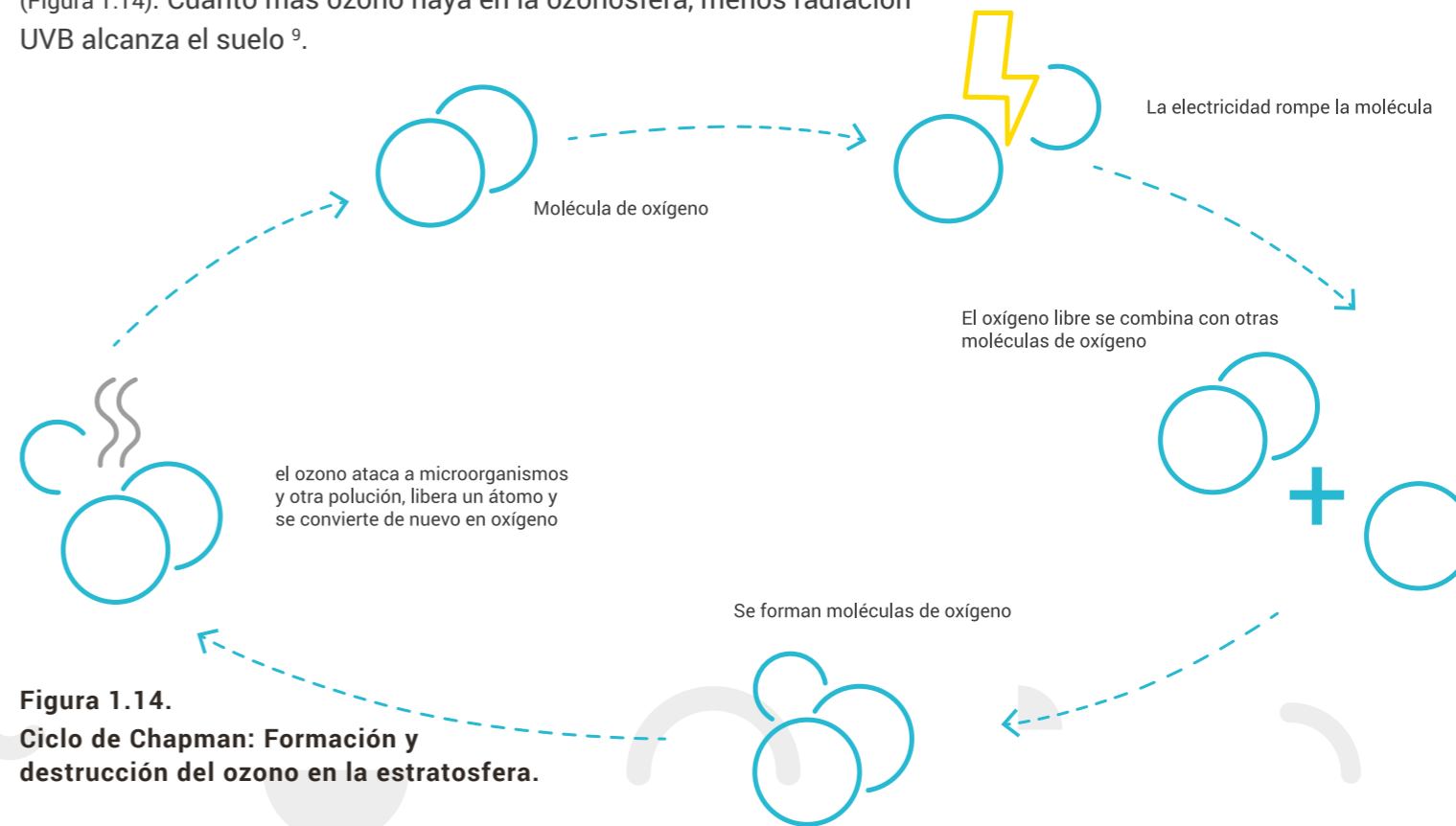


Figura 1.14. Ciclo de Chapman: Formación y destrucción del ozono en la estratosfera.

7. SUPERFICIES REFLECTANTES:

La existencia de superficies reflectantes actúan aumentando la incidencia de la RUV en la Tierra, como el agua, la arena, la nieve, el pavimento, o la hierba, lo que lleva a un aumento en la exposición a los rayos UV. El agua del mar puede reflejar hasta el **25%** de la radiación UV, mientras que el agua dulce lo hace en menos del **10%**, como la hierba o la tierra. La arena seca de la playa refleja el **15%** y la nieve hasta el **80%** (Figura 1.15).

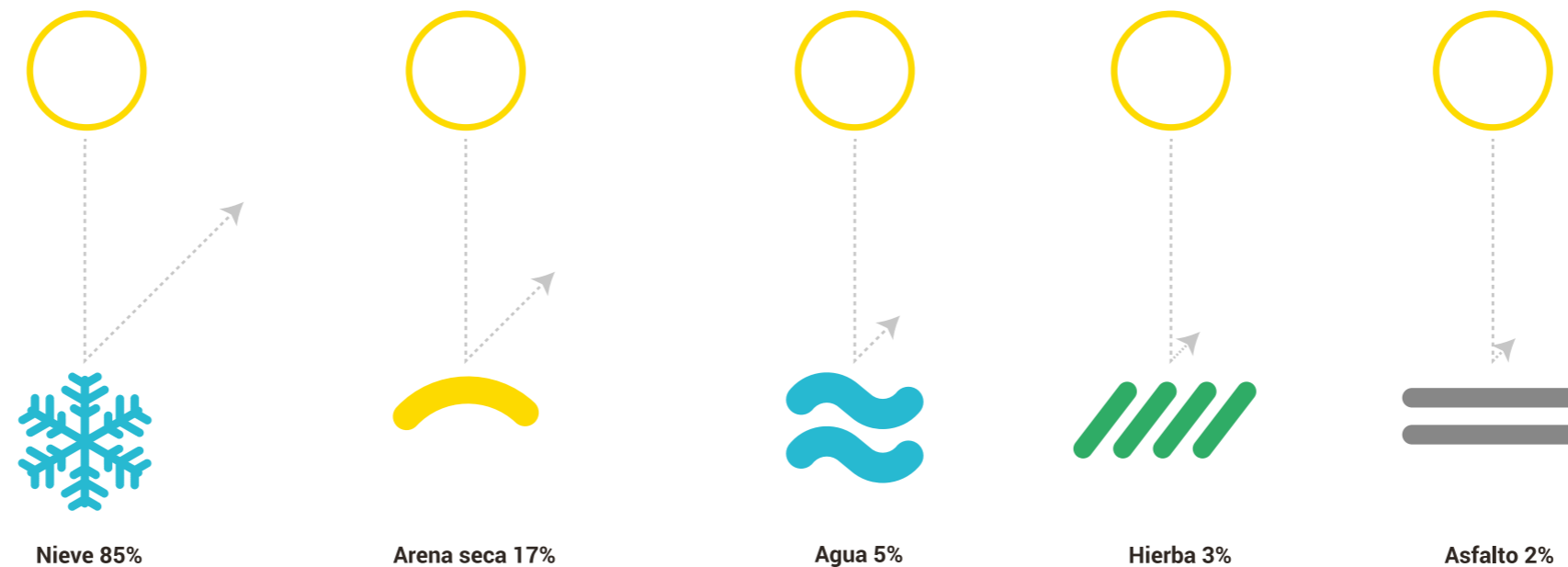


Figura 1.15.
Porcentaje de reflexión de la radiación solar en diferentes superficies.

8. AEROSOLES:

Son partículas de **0.02-100 µm** unidas a gases y que están suspendidas en la atmósfera. Se pueden producir de origen natural o debido a la actividad humana. Entre las partículas de origen natural se encuentra las cenizas volcánicas, las tormentas de polvo, la erosión del suelo, los incendios forestales y de pastizales, y la pulverización de agua marina. Los aerosoles artificiales se producen por la quema de combustibles y la actividad industrial. Los aerosoles absorben la radiación solar, especialmente la ultravioleta.

1.8 ÍNDICE ULTRAVIOLETA

El índice UV (UVI), propuesto por la Organización Mundial de la Salud (OMS), nos informa de los efectos de la radiación UV sobre la piel humana¹⁰. El UVI representa una estimación del potencial que tiene la irradiancia ultravioleta solar, concretamente sobre la generación de la patología cutánea más común que nos ocurre en cortos períodos de tiempo, que es el eritema cutáneo o la llamada **quemadura solar**.

Este enrojecimiento de la piel se debe a una dilatación de los vasos sanguíneos que ocurre tras el daño producido por los rayos UV, especialmente los UVB, en el ADN celular; entre otras respuestas de la piel, ésta adquiere un tono rojizo debido a que nos llega más sangre. La cantidad de radiación, o dosis de radiación solar a la que

nos exponemos y que va a producir un mínimo eritema perceptible a las 24 horas, se denomina **dosis mínima eritemática**, y es el factor biológico que nos marca las exposiciones solares más o menos saludables. Si la piel se expone mucho más tiempo que este mínimo, se produce la quemadura solar de diferentes grados que va acompañada de inflamación, dolor y picor. Otro ejemplo del uso de la irradiancia solar con potencial eritemático es su utilización en el cálculo de los factores de protección solar de las cremas fotoprotectoras.

Como el eritema es un efecto biológico del sol que debemos evitar, la OMS llegó a un acuerdo para informar a la población de la radiación UV que llega a la superficie

terrestre, pero en términos de su potencial eritemático. Así, se buscó una escala de valores entendibles para la sociedad. De esta forma, la irradiancia solar que nos llega, al ponderarla por su potencial eritemático, da valores de irradiancia con decimales. **Al multiplicar estos valores por 40**, se consiguen datos de irradiancia eritemática en una escala de **0 a 20** aproximadamente, como valores máximos en el Ecuador. En España, para tener una idea, los valores máximos de UVI al mediodía en día de cielo despejado en verano oscilan en torno a **8-10**. Esto significa que, con estos valores, para alcanzar una dosis mínima de eritema perceptible son necesarios solamente entre **20-30** minutos de exposición al sol.



El UVI se basa en el valor de la irradiancia biológicamente efectiva y se clasifica en cinco clases de acuerdo con el valor y los efectos de la radiación UV; además, conlleva un código de colores asociado.

En muchos países próximos al Ecuador, el UVI puede llegar a un valor de 20 en verano. En Europa, el índice no suele ser superior a 8 en esta época del año, aunque puede rebasar este valor, especialmente en las playas. **El valor del UVI varía también a lo largo del día y con las estaciones del año; las horas centrales del día son las de mayor irradiación solar, así como los meses de abril a septiembre en el hemisferio norte** (Figura 1.16).

Color	Riesgo	Índice UV	Irradiancia (W/m ²)
Verde	Bajo	< 2	< 0,075
Amarillo	Moderado	3-5	0,075-0,138
Naranja	Alto	6-7	0,139-0,187
Rojo	Muy alto	8-10	0,188-0,262
Morado	Extremo	> 11	> 0,262

Figura 1.16.
Correlación entre índice UVI e irradiancia.

1.9 CAPA DE OZONO Y RADIACIÓN ULTRAVIOLETA

La atmosfera está compuesta mayoritariamente por nitrógeno (78%) y en segundo lugar por oxígeno (26%). Contiene además numerosas trazas de otros gases en cantidades ínfimas entre los que se encuentra el ozono (0,01%). Sin embargo, cumple un rol esencial en la conservación de la vida en el planeta tal como la conocemos, pues nos protege de la radiación UV, que es el carcinógeno físico más importante para el ser humano, animales y ecosistemas marinos.

El ozono es una molécula formada por tres átomos de oxígeno y se crea en dos lugares de la atmósfera. Noventa por ciento o más del ozono se produce en la parte alta de la estratosfera y corresponde al ozono benéfico, protector de la radiación UV. El diez por ciento del ozono se produce en las grandes ciudades, a nivel de la superficie terrestre o troposfera y es un componente del *smog*.

Este ozono troposférico es muy irritativo para las vías aéreas, conjuntivas y pulmones. El ozono estratosférico se produce en la parte alta de la estratosfera, a 50 km de la superficie terrestre. Las corrientes de la estratosfera lo desplazan y concentran a menor altura, entre los 15 y 30 km de altitud, y se forma lo que llamamos capa de ozono. Resulta curioso que, si comprimiéramos toda la cantidad de ozono ubicada en esos 35 km a la presión del aire a nivel del mar, su espesor sería solo de 3 mm; sin embargo es imprescindible para garantizar la vida de nuestro planeta. La acción benéfica del ozono de la estratosfera se debe a que tiene la propiedad de absorber selectivamente longitudes de onda en el rango de la radiación UV. El ozono de la estratosfera absorbe 100% de UVC, bloquea el paso de alrededor de 90% de UVB y no afecta para nada la transmisión de UVA.

Una característica importante de la capa de ozono es que tiene un comportamiento extremadamente dinámico y su grosor varía constantemente dependiendo de diferentes factores:

a) la ubicación geográfica: la capa de ozono es más delgada en el Ecuador que en latitudes medias y, en general, en el hemisferio sur los valores de la columna de ozono son más bajos que en el hemisferio norte;

b) las estaciones: los niveles más bajos se presentan a finales del invierno e inicio de primavera, y los más altos, a finales del verano e inicio de otoño en ambos hemisferios. Los registros más bajos de todo el planeta se dan sobre la Antártida en los meses de septiembre y octubre;

c) los fenómenos naturales: actividad solar, explosiones volcánicas que aportan gases que destruyen el ozono y las corrientes de aire de la estratosfera son responsables del desplazamiento de las moléculas de ozono. Por esta variabilidad, que es un atributo natural, las mediciones aisladas de los valores de la columna de ozono en un tiempo y ubicación particular no son tan importantes. Lo fundamental es determinar las grandes tendencias, lo que implica registrar los valores de ozono durante largos periodos de tiempo.

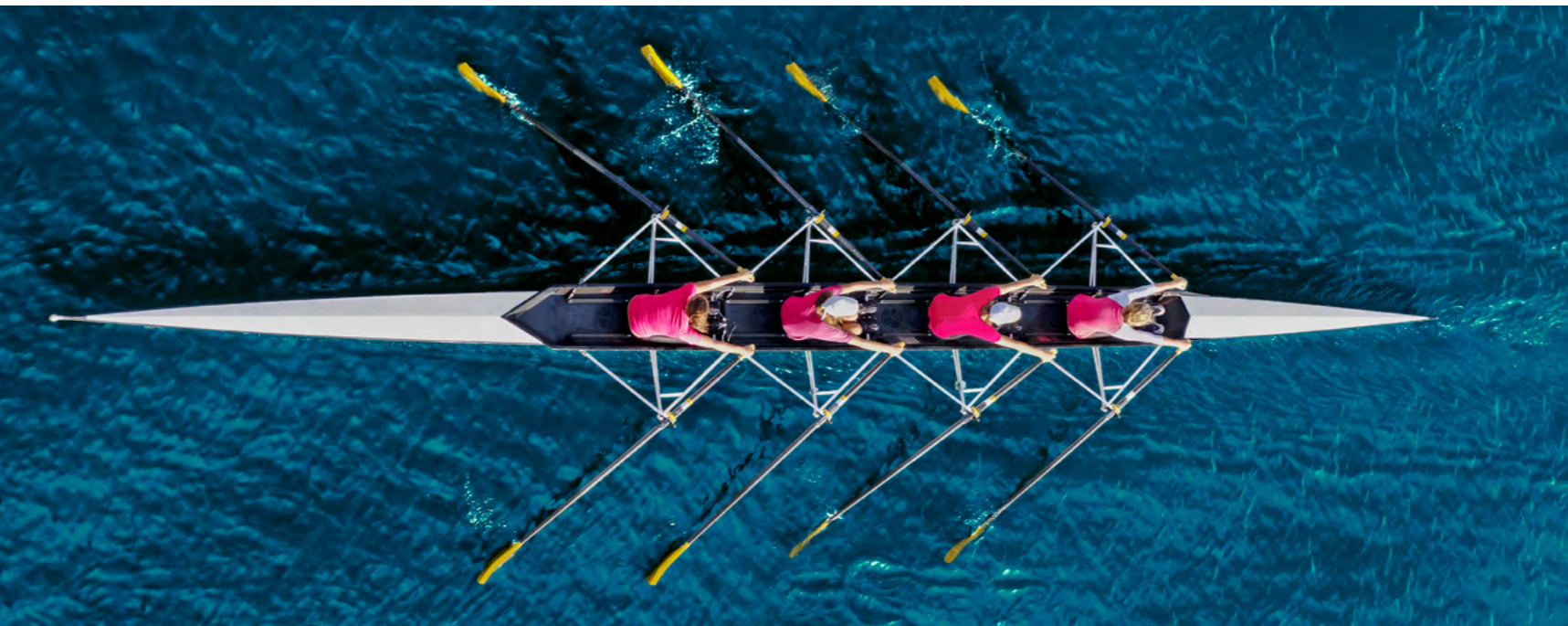
El ser humano ha alterado el equilibrio ecológico de la capa de ozono con la producción y emisión a la atmósfera de las llamadas "**sustancias destructoras de ozono**" (Ozone-Depleting Substance, SDO). Las más conocidas

son los clorofluorocarbonos, que se usaron en la fabricación de aerosoles, refrigeradores y equipos de aire acondicionado. Son muy reactivas; así, por ejemplo, una molécula de cloro puede destruir mil moléculas de ozono. Los clorofluorocarbonos son transportados por fuertes vientos hacia la estratosfera, en un proceso que puede tardar de 2 a 5 años. Cada átomo de cloro actúa como catalizador, combinándose y descomponiendo repetidamente hasta 100.000 moléculas de ozono durante el tiempo que permanece en la estratosfera. Otras SDO son los pesticidas como el bromuro de metilo, el halón usado en los extintores de incendios y el cloroformo de metilo utilizado en procesos industriales.

Desde mediados de la década de 1980, la comunidad científica viene alertando del desgaste de la capa de ozono, en especial en la zona del Polo Sur, y sus posibles efectos sobre la salud de las personas y demás seres vivos del planeta. A través de la prensa y otros medios de difusión, estas comunicaciones han tenido un impacto muy grande en la comunidad internacional. Los países desarrollados reaccionaron prontamente en lo que fue la primera acción conjunta internacional para enfrentar un problema ecológico mundial y se formalizó su cooperación para restringir y, eventualmente, suprimir la producción de SDO en la Convención de Viena de 1985 y con el Protocolo de Montreal en 1987. Desde entonces, la situación de la capa de ozono ha mejorado mucho pero aún necesita de un arduo trabajo para mantenerla.



1.10 CAMBIO CLIMÁTICO Y RADIACIÓN SOLAR



Hemos visto cómo la radiación UV que alcanza el suelo viene determinada por las coordenadas geográficas además de variables atmosféricas como el ozono, los aerosoles (turbiedad), la nubosidad, el albedo (reflexión de la radiación por el suelo), la presión y la temperatura.

El cambio climático altera todas estas variables, por lo que influye e influirá no solo en el aumento de radiación infrarroja (calentamiento) sino también a la radiación solar UV que alcanza el suelo. Además, el calentamiento global de las capas bajas de la atmósfera implica a su vez un enfriamiento de la estratosfera. Una estratosfera más fría determina una mayor destrucción de la capa de ozono, continuando el deterioro observado en la ozonosfera.

La radiación UV y el incremento de temperatura puede reducir la actividad biológica de plantas terrestres y fitoplancton marino: reduciendo su papel en la absorción de CO_2 (sumidero de CO_2) y, por lo tanto, la regulación del clima. El infrarrojo en interacción con la radiación UV puede producir daño en nuestra piel ^{11,12}.

Una disminución del 1% de la columna de ozono aumentaría un 1-2% la radiación UVB que llega a la superficie de la Tierra, lo que supondría un riesgo incrementado de quemaduras solares, fotosensibilidad, cáncer de piel y cataratas ^{13,14,15,16}. Por cada 1% de disminución del ozono, el riesgo cuantitativo de desarrollar cáncer de piel aumentaría: 3%-4,6% para el carcinoma espinocelular y 1,7%-2,7% para el carcinoma basocelular. Para el melanoma maligno, las estimaciones dependen del espectro de acción que se considere: sería del 1,2% si se parece al del carcinoma espinocelular o de 0,1% si se considera que depende principalmente de radiación UVA.

1.11 BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

1. Stuart, R.T. (2003). *Nuestro sistema solar y su lugar en el cosmos*. Ediciones AKAL. Madrid. ISBN 8483231107.

2. Anguita Virella, F. y Castilla, G. (2010). *Crónicas Del Sistema Solar*. Madrid. Editorial Equipo Sirius. ISBN 8492509902.

3. Kataria S, Jajoo A, Guruprasad KN. *Impact of increasing Ultraviolet-B (UV-B) radiation on photosynthetic processes*. J Photochem Photobiol B. 2014 Aug;137:55-66. doi: 10.1016/j.jphotobiol.2014.02.004.

4. Bornman JF, Barnes PW, Robson TM, et al. *Linkages between stratospheric ozone, UV radiation and climate change and their implications for terrestrial ecosystems*. Photochem Photobiol Sci 2019; 18(3):681-716. doi: 10.1039/c8pp90061b.

5. Sulzberger B, Austin AT, Cory RM, Zepp RG, Paul ND. *Solar UV radiation in a changing world: roles of*

cryosphereland-water-atmosphere interfaces in global biogeochemical cycles. Photochem Photobiol Sci 2019;18(3):747-774. doi:10.1039/c8pp90063a.

6. Hollósy F. *Effects of ultraviolet radiation on plant cells*. Micron. 2002;33(2):179-97. doi: 10.1016/s0968-4328(01)00011-7. PMID: 11567887.

7. De Lima JJ. *Radiação solar--aspectos físico-químicos [Solar radiation--physicochemical aspects]*. Acta Med Port. 1992 Sep;5(8):437-42. Portuguese. PMID: 1442194

8. Rigel DS, Rigel EG, Rigel AC. *Effects of altitude and latitude on ambient UVB radiation*. J Am Acad Dermatol 1999; 40:114-116. doi:10.1016/s0190-9622(99)70542-6.

9. Bais AF, Bernhard G, McKenzie RL, et al. *Ozone-climate interactions and effects on solar ultraviolet radiation*. Photochem Photobiol Sci 2019; 18(3):602-640. doi: 10.1039/c8pp90059k.

10. World Health Organization, World Meteorological Organization, United Nations Environment Programme & International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. (2002). *Global solar UV index : a practical guide*. World Health Organization.

11. Williamson CE, Neale PJ, Hylander S, et al. *The interactive effects of stratospheric ozone depletion, UV radiation, and climate change on aquatic ecosystems*. Photochem Photobiol Sci 2019; 18(3):717-746. doi: 10.1039/c8pp90062k.

12. Wilson SR, Madronich S, Longstreth JD, Solomon KR. *Interactive effects of changing stratospheric ozone and climate on tropospheric composition and air quality, and the consequences for human and ecosystem health*. Photochem Photobiol Sci 2019; 18(3):775-803. doi:10.1039/c8pp90064g.

13. Polefka TG, Meyer TA, Agin PP, Bianchini RJ. *Effects of solar radiation on the skin*. J Cosmet Dermatol 2012; 11 (2):134-143. doi: 10.1111/j.1473-2165.2012.00614.x

14. de Gruijl FR, Longstreth J, Norval M, et al. *Health effects from stratospheric ozone depletion and interactions with climate change*. Photochem Photobiol Sci 2003; 2(1):16-28. doi:10.1039/b211156j.

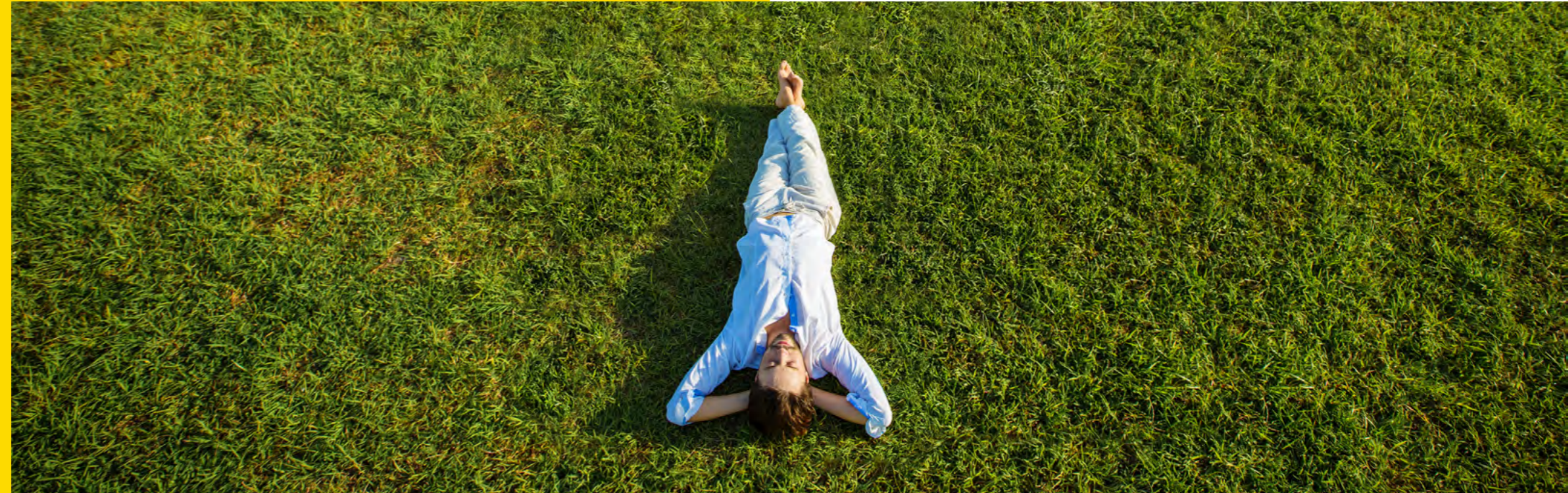
15. de Gruijl FR. *Photocarcinogenesis: UVA vs UVB*. *Methods Enzymol 2000*; 319:359-66. doi:10.1016/s0076-6879(00)19035-4. doi: 10.1016/s0076-6879(00)19035-4.

16. Lucas RM, Yazar S, Young AR, et al. *Human health in relation to exposure to solar ultraviolet radiation under changing stratospheric ozone and climate*. Photochem Photobiol Sci 2019; 18(3):641-680. doi: 10.1039/c8pp90060d.

CAPÍTULO II

RADIACIÓN SOLAR Y SALUD

Salvador González Rodríguez y Saturnino Gismeros Moreno
- Más información sobre autores pag. 274



2.1 EFECTOS BENEFICIOSOS DE LA RADIACIÓN SOLAR EN LA SALUD

En el cuerpo humano, la exposición moderada a la radiación ultravioleta desencadena múltiples reacciones biológicas y bioquímicas que repercuten de manera positiva en nuestra salud.

El papel relajante y euforizante del Sol es ampliamente conocido, así como su efecto en la correcta mineralización del esqueleto óseo. Además, el reciente hallazgo tanto de receptores de vitamina D como de la enzima 1 α hidroxilasa (que transforma esta vitamina D en su forma activa) en múltiples tejidos del organismo, así como el conocimiento de que la vitamina D regula más de 200 genes del cuerpo humano, apuntan a que

esta vitamina desempeña muchas funciones extra esqueléticas, más allá de la conocida regulación del equilibrio óseo.

A grandes líneas, podemos clasificar los efectos beneficiosos del sol en tres grupos:

1. Efectos asociados a la síntesis de vitamina D.
2. Efectos beneficiosos sobre la piel.
3. Efectos beneficiosos psicológicos.

2.1.A EFECTOS ASOCIADOS A LA SÍNTESIS DE VITAMINA D

El primer y mayor beneficio que presenta la exposición de nuestra piel a la luz solar es la producción de Vitamina D, ya que el 80% de nuestros niveles de vitamina D se obtienen mediante la síntesis cutánea gracias a la acción de los rayos UV. La dieta habitual permite alcanzar sólo una parte de los requerimientos diarios recomendados de vitamina D (entre un 15-40% del total), por lo que la exposición solar es la principal fuente de obtención de esta vitamina ¹.

La luz ultravioleta estimula la transformación de provitamina D en vitamina D en la piel. La vitamina D se forma a partir de dos provitaminas: la provitamina D3 (o 7 dehidrocolesterol, de origen animal) y la provitamina D2 (o ergosterol, de origen vegetal). Las radiaciones ultravioleta B transforman estas dos provitaminas en colecalfiferol (vitamina D3) y ergocalciferol (vitamina D2), respectivamente. Estas se transforman en el hígado en 25 hidroxicolecalciferol (o calcidiol) y posteriormente en el riñón en 1,25 dihidroxivitamina D (o calcitriol) ¹ (Figura 2.1).

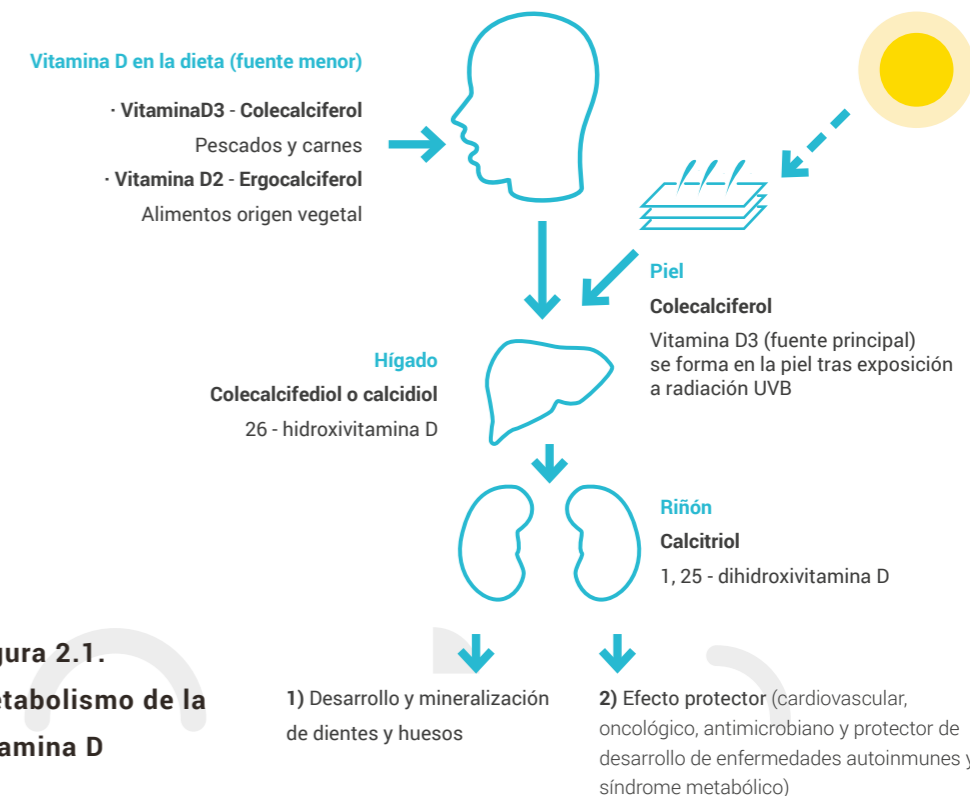


Figura 2.1.
Metabolismo de la vitamina D

La 1,25 hidroxivitamina D (o calcitriol) es la forma activa de la vitamina, que circula por organismo y desempeña funciones beneficiosas en múltiples órganos, entre las que figuran:

A. Desarrollo de huesos/dientes.

La vitamina D desempeña una función esencial para el organismo, ya que regula procesos como la absorción y el mantenimiento de los niveles de calcio, fundamental para la contracción muscular y el correcto funcionamiento del sistema nervioso y la adecuada formación de huesos y dientes ².

B. Prevención de desarrollo de cáncer.

El colon, la próstata y el tejido mamario, entre otros, tienen la capacidad de transformar la 25 hidroxivitamina D en la forma activa de la vitamina (1,25 dihidroxivitamina), y es esta la que controla localmente a múltiples genes que frenan la progresión tumoral. Diferentes estudios han demostrado que los niveles de vitamina D por debajo de 20 ng/ml se asocian con un 30-50% de incremento del riesgo de padecer alguno de estos tres tipos de cáncer ^{3,4}. Sin embargo, a pesar de que es plausible la teoría de que la vitamina D posee un efecto protector contra el cáncer, hasta la fecha no se ha probado su papel en la prevención o en la regresión del cáncer. Hacen falta ensayos aleatorizados, ya que la evidencia actual está basada en resultados de estudios observacionales.

C. Prevención del desarrollo de síndrome metabólico.

El síndrome metabólico combina una serie de factores genéticos y asociados al estilo de vida que aumentan la predisposición a padecer enfermedades cardiovasculares, entre los que se encuentran la hiperglucemia, la hipertensión arterial, la dislipemia y la obesidad abdominal. La aparición de todas estas enfermedades se ha mostrado en relación con los niveles bajos de vitamina D y la baja exposición solar. Sin embargo, aunque es clara la existencia de una estrecha asociación entre la hipovitaminosis D y el síndrome metabólico, dicha relación se apoya sólo en estudios epidemiológicos observacionales y hasta la fecha no se conocen de forma clara los mecanismos patogénicos que relacionan estas dos patologías ^{3,4}. Son necesarios futuros estudios que esclarezcan totalmente la relación causal.

D. Disminución del riesgo cardiovascular.

Algunos estudios epidemiológicos han observado la correlación entre la exposición solar y la disminución de la tensión arterial, por lo que se puede afirmar que el Sol tiene un efecto cardioprotector. Asimismo, las circunstancias que disminuyen la capacidad de síntesis cutánea de vitamina D como la raza, la edad o la latitud también se asocian a una mayor prevalencia de hipertensión arterial. El mecanismo implicado por el cual la radiación UVB mejora la presión sanguínea parece ser que es a través de la acción de la vitamina D, ya que esta modula directamente el sistema renina-angiotensina, sistema hormonal responsable de regular la tensión arterial ^{3,4}.



E. Efecto antimicrobiano.

El Sol, mediante la síntesis de vitamina D, ejerce una acción antimicrobiana al actuar a diferentes niveles. Por un lado, se sabe que niveles adecuados de vitamina D resultan indispensables para una correcta actuación de los linfocitos T, células sanguíneas encargadas de defender el organismo humano de patógenos exógenos. Los linfocitos T en contacto con la vitamina D son capaces de replicarse y activarse, para llevar a cabo su función antimicrobiana. Por otro lado, la vitamina D tiene la capacidad de inducir la expresión en múltiples órganos del cuerpo humano de **catelicidina**, un péptido antimicrobiano. La exposición al sol estimula, a través de la vitamina D la expresión de esta proteína en la mayoría de los epitelios y favorece así la acción antimicrobiana en contra de bacterias, virus y hongos, reduciendo las infecciones locales.

F. Prevención del desarrollo de enfermedades autoinmunes.

La exposición a la radiación UV, a través de la vitamina D desencadena una compleja cascada de reacciones bioquímicas que bloquean el funcionamiento del sistema inmunológico. Esta depresión inmunológica puede tener una corta duración, de apenas algunos días en exposiciones breves; pero en aquellos casos de exposiciones repetidas, la radiación UV puede desencadenar estados de inmunosupresión duraderos. De esta forma, la vitamina D regula la respuesta inmune haciéndola menos agresiva y, por tanto, puede ayudar a prevenir las enfermedades autoinmunes (como la esclerosis múltiple o artritis reumatoide), al disminuir las respuestas inflamatorias y aumentar la tolerancia del organismo a múltiples antígenos (moléculas extrañas para el organismo)^{3,4}.



2.1.B EFECTOS SOBRE LA PIEL



A nivel cutáneo, la radiación ultravioleta ejerce una **función inmunosupresora local**, lo que resulta útil con frecuencia para tratar enfermedades inflamatorias cutáneas como la psoriasis, el vitíligo, el acné o los eczemas. Además, la radiación solar ejerce también buenas acciones antisépticas y antimicrobianas, motivo por el cual algunas patologías cutáneas con componente infeccioso, como el acné, suelen mejorar con la exposición solar moderada.

2.1.C EFECTOS PSICOLÓGICOS

La luz solar es un **antidepresivo natural**. El motivo es que la radiación UV estimula la producción de **serotonina**, un neurotransmisor (molécula que intercambia información entre neuronas) conocido como "la hormona de la felicidad". La serotonina influye sobre nuestro humor, favoreciendo la relajación y la sensación de bienestar. A mayor luz solar, mayores son los niveles de serotonina en nuestro organismo, y más animados y eufóricos nos encontramos.

Se ha demostrado que la producción de serotonina tiene un papel muy importante en los cambios de estado de ánimo provocados por factores climatológicos. Es más, el factor desencadenante del llamado "trastorno afectivo estacional" (o TAD, trastorno que se manifiesta por la presencia de episodios depresivos recurrentes que aparecen en otoño e invierno) es la disminución en las concentraciones de serotonina y melatonina en el cerebro de personas susceptibles en respuesta a una disminución en la exposición a la luz natural⁵.

Por otro lado, la serotonina también interviene en la regulación del sueño, la temperatura corporal y la conducta sexual. En ausencia de sol, la serotonina se transforma en **melatonina**, sustancia neurotransmisora que juega un papel vital en la regulación de los ritmos circadianos, los cuales a su vez controlan los patrones de sueño, la liberación de hormonas y la temperatura corporal, entre otras muchas funciones. Es por ello que en los días más cortos y de más oscuridad, ascienden los niveles de melatonina, favoreciéndose la tendencia al sueño y al ánimo deprimido. Sin embargo, en los días largos y luminosos de verano predominan los niveles altos de serotonina, manifestándose con elevación del estado de ánimo y mayor energía.

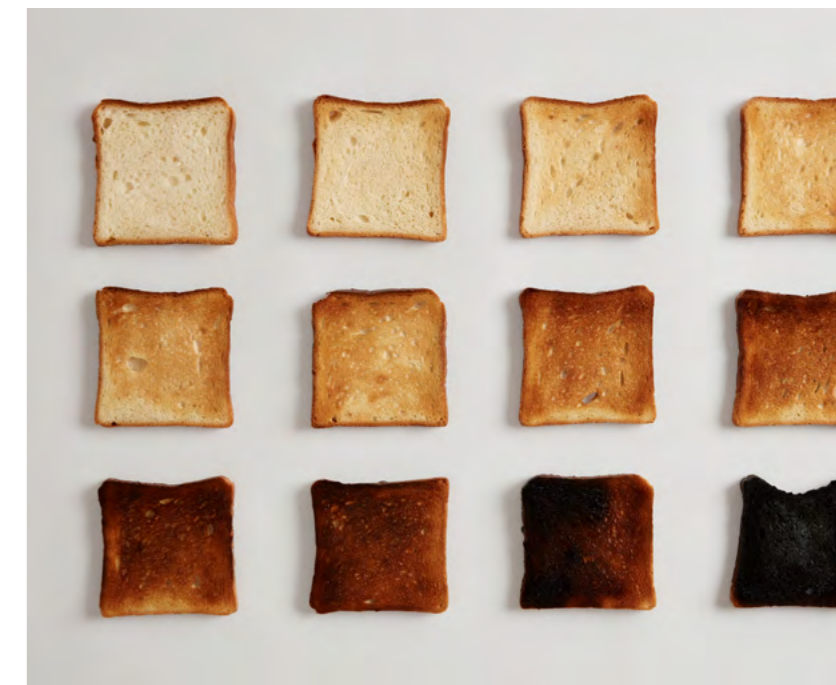
2.2 EFECTOS PERJUDICIALES DE LA RADIACIÓN SOLAR EN LA SALUD

Como hemos visto, la radiación UV aporta numerosos efectos positivos para la salud; sin embargo, la exposición a dicha radiación no es una práctica exenta de riesgos, especialmente si se sobrepasan unos límites de seguridad. La exposición excesiva a la radiación UV puede dar lugar a efectos nocivos agudos y crónicos, especialmente para la piel y los ojos, que son los órganos más expuestos (Tabla 2.1). A nivel sistémico, la radiación solar puede ocasionar un síndrome potencialmente mortal, el **golpe de calor**. Los **efectos agudos**

incluyen las quemaduras cutáneas y oculares (queratitis y conjuntivitis). Los **efectos crónicos** incluyen el cáncer de piel y su envejecimiento prematuro, y en el caso de los ojos, el desarrollo de cataratas, degeneración macular y tumores oculares. También el sistema inmunológico puede resultar afectado por la sobreexposición a través de una disminución de su funcionamiento general y de las defensas naturales de la piel, por lo que aumentan la sensibilidad de ésta al sol, el riesgo de infecciones y las reacciones alérgicas a ciertos medicamentos, a la vez que se reduce la efectividad de las vacunas.

	EFFECTOS AGUDOS	EFFECTOS CRÓNICOS
SISTÉMICOS	– Golpe de calor	
PIEL	– Quemadura solar	– Cáncer cutáneo – Fotoenvejecimiento
OJO	– Fotoqueratitis – Fotoconjuntivitis	– Cataratas – Degeneración macular – Tumores oculares
INMUNIDAD	– Inmunosupresión local y sistémica	

Tabla 2.1.
Efectos perjudiciales de la radiación solar en la salud



2.2.A GOLPE DE CALOR

El golpe de calor es el más grave de los efectos nocivos del Sol, que no va precedido necesariamente de las otras alteraciones producidas por el mismo.

El golpe de calor se debe al fracaso de los mecanismos de termorregulación corporal ocasionado por la elevación brusca de las temperaturas corporales. La mayoría de las veces se desencadena por una exposición a altas temperaturas o por la realización de ejercicio físico en estas circunstancias. El aumento brusco de la temperatura corporal provoca una afectación sistémica y fallo multiorgánico. El cuadro supone una urgencia vital.

Aparece con más frecuencia entre las 24-48 primeras horas de una ola de calor, cuando aún no se han puesto en marcha los mecanismos de aclimatación, sobre todo si las temperaturas ambientales alcanzan los 30°C y la humedad ambiental es superior al 60% ⁶.

El daño primitivo del golpe de calor resulta de la toxicidad directa celular al exponerse a temperaturas superiores a los 42°C. A partir de aquí la función celular se deteriora: cesa la actividad mitocondrial, aparecen alteraciones en las reacciones enzimáticas, hay una desnaturalización proteica, los fosfolípidos se alteran y se pierde la estabilidad de las membranas celulares al aumentar su permeabilidad.

La presencia de inestabilidad hemodinámica es responsable de la hipoxemia (bajo nivel de oxígeno en la sangre) y acidosis (exceso de ácidos en los tejidos y en la sangre); se origina así un fallo hemodinámico, renal, hepático, y también se dan alteraciones neurológicas y de la coagulación.

La supervivencia es más improbable cuanto más dura la hipertermia; es esencial el reconocimiento temprano de los síntomas y la rapidez con que se realiza el enfriamiento corporal.

Para evitar la presentación de este cuadro, las personas susceptibles deberán ingerir unos 2-3 litros diarios de líquidos para evitar la deshidratación, así como incorporar un aporte salino en la dieta y medidas para disminuir la temperatura corporal (ropa suelta, ventilación en habitaciones, duchas o baños de agua fría) ⁷.



2.2.B EFECTOS PERJUDICIALES SOBRE LA PIEL

1. Radiación solar y daño cutáneo

Afortunadamente, la capa de ozono de la atmósfera retiene total o parcialmente, las radiaciones más nocivas que parten del Sol; no obstante, no podemos evitar que una parte de ellas sobrepasan esta barrera de seguridad y acaben llegando a nuestra piel. De todo el espectro solar, cuatro son las radiaciones que penetran en nuestra piel: la luz visible, la radiación ultravioleta A y B (UVA, UVB) y la infrarroja (IR). Estas tres últimas son capaces de desencadenar una serie de reacciones bioquímicas responsables del daño cutáneo.

Tanto los rayos UV como la luz visible son atenuados por la **melanina**, sustancia dérmica que se encuentra en las capas más superficiales de la piel; no ocurre lo mismo con la radiación IR, que pueden atravesarla hasta alcanzar las capas interiores (Figura 2.2).

– **La radiación UVB** se conoce como la radiación de las quemaduras. Es una radiación de alta energía, pero de baja penetración (no llega más allá de la epidermis). La radiación UVB induce la formación de melanina por los melanocitos y, como decimos, es responsable de las quemaduras solares. Además, posee un efecto mutagénico directo sobre el DNA celular y produce inmunosupresión cutánea, por lo que es el principal agente causal de la mayoría de los cánceres de piel⁸.

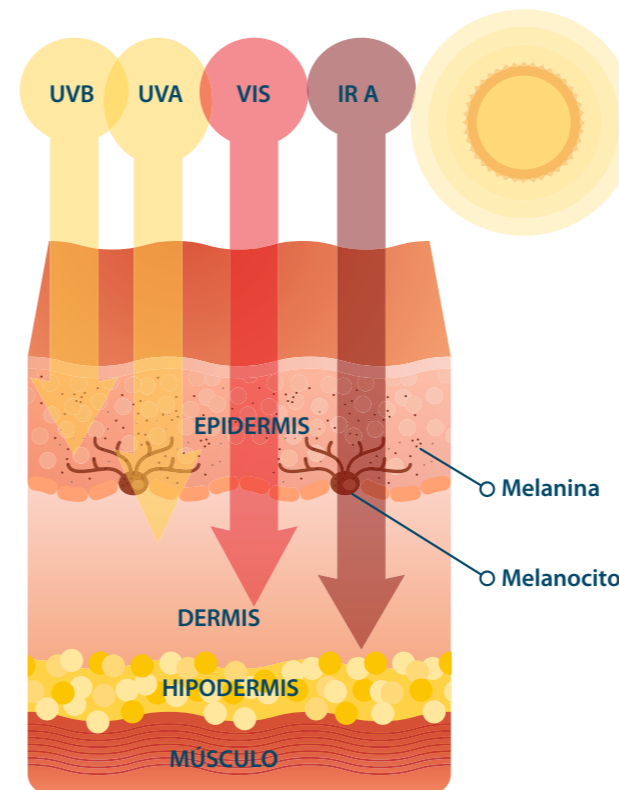


Figura 2.2- Penetración de la radiación solar en la piel.

– **La radiación UVA** es considerada la radiación del envejecimiento. Posee menos energía y tiene capacidad de penetrar profundamente en la epidermis y en la dermis, donde genera radicales libres que provocan alteraciones celulares y causan el envejecimiento cutáneo precoz, además de provocar cáncer. También los UVA son responsables con frecuencia de reacciones de fotosensibilidad de la piel. Su acción suele pasar desapercibida: no produce quemaduras solares, pero sí altera las células a largo plazo y es la principal responsable del fotoenvejecimiento prematuro de la piel⁸.

– Los efectos nocivos de la radiación infrarroja sobre la piel son recientemente conocidos. Hasta hace años únicamente se conocía esta radiación por su capacidad para penetrar en capas profundas de la piel (hipodermis) y transmitirnos una sensación térmica (es decir, el calor que nos proporciona el sol). Sin embargo, se sabe que la radiación IRA es capaz de aumentar la degradación del colágeno y al mismo tiempo reducir su síntesis, lo que se traduce en la aceleración del proceso de envejecimiento cutáneo: aparición de arrugas, flacidez, pérdida de firmeza de la piel. Además, se ha comprobado que también tiene un

efecto promotor del cáncer, por lo que igualmente resulta imprescindible una adecuada protección frente a este tipo de radiación ⁹.

– Los continuos avances en fotobiología han llevado recientemente a evidenciar que la **radiación visible**, en concreto la fracción del visible más próxima al UV (la fracción azul/violeta), también podría contribuir al daño cutáneo al penetrar hasta la dermis y mostrar efectos muy similares a los de la UVA.

Cuando la radiación llega a la piel sólo produce daño si es absorbida por alguno de los componentes de dicho órgano. Los **cromóforos** de la piel son aquellas moléculas capaces de absorber determinadas longitudes de onda del espectro solar (diferentes dependiendo de su estructura molecular). El ADN, las proteínas, los esteroides, liposomas y el ácido urocánico (contenido en el sudor) son cromóforos naturales. Una vez captan la radiación entran en un estado de excitación durante un período de tiempo muy breve, en el cual pueden reaccionar con las moléculas vecinas. Los productos originados de estas reacciones inducen mutaciones en el ADN celular, además de otros daños.



2. Efectos cutáneos agudos del daño solar

La quemadura solar es la principal reacción aguda de la piel a una exposición solar excesiva. A corto plazo, las radiaciones UV (principalmente las radiaciones UVB y en menor grado UVA) producen un daño directo en el material genético de las células de la epidermis. Se activan entonces mecanismos de reparación del ADN dañado, y secundariamente se liberan sustancias mediadoras de la inflamación que son las responsables de la irritación y enrojecimiento que se manifiesta en la piel.

La quemadura solar se manifiesta como un enrojecimiento

de la piel, que normalmente aparece de cuatro a ocho horas tras la exposición solar y desaparece gradualmente al cabo de unos días. En los casos graves puede cursar con fiebre y formación de ampollas cutáneas, y posteriormente con descamación. La intensidad y duración de la quemadura solar depende de diversos factores, como la intensidad de la radiación UV, el tiempo de exposición, el color de la piel (cantidad de melanina constitucional), la habilidad de broncearse (facultad de sintetizar nueva melanina), el grosor de la epidermis y la presencia de pelo.

Pero más allá de las molestias agudas que ocasionan las quemaduras solares, tiene especial interés su papel como marcadores del daño cutáneo a largo plazo. Las quemaduras solares durante los primeros 20 años de vida constituyen el principal factor de riesgo para el desarrollo de cáncer de piel en la vida adulta. Tan solo una quemadura solar en la infancia duplica el riesgo de melanoma ¹⁰. Es por ello que la educación para adquirir hábitos de fotoprotección saludables desde niños constituye un punto crítico en la prevención de aparición de cáncer cutáneo en la edad adulta.



3. Efectos cutáneos crónicos del daño solar.

Una exposición excesiva a las radiaciones UV a largo plazo puede provocar principalmente dos efectos: el envejecimiento prematuro en la piel y el cáncer de piel.

A. El fotoenvejecimiento cutáneo consiste en los cambios en apariencia y funciones de la piel originados por una exposición solar repetida, más que por el simple paso del tiempo. Los primeros signos comienzan a los 20 años; sin embargo, en este proceso el daño solar tiene un efecto acumulativo, es decir, los signos de envejecimiento solar suelen aparecer años después de la exposición (conocido

como **efecto memoria**). El **fotoenvejecimiento** depende de dos **factores**: **1)** el tipo de piel de la persona y **2)** el tiempo de exposición solar. A mismo tiempo de exposición, las personas con piel clara sufren más fotoenvejecimiento que las personas con piel oscura.

Los cambios más importantes del mencionado fotoenvejecimiento se producen casi exclusivamente en la dermis, estrato cutáneo cuya función básica es proporcionar soporte y elasticidad a la piel. La dermis está formada principalmente por colágeno (I y III), elastina, proteoglicanos y fibronectina. La radiación UV provoca la rotura de las moléculas de colágeno y que la capacidad de fabricar más colágeno disminuya. También el sol ataca la capacidad de producir elastina, por lo que una piel dañada por el sol es mucho menos elástica. Todo este proceso es acumulativo y se manifiesta de forma tardía ¹¹.

Como respuesta al daño fotoinducido en la producción de elastina, se produce en la dermis una cantidad excesiva de enzimas denominadas metaloproteinasas. Estas moléculas se activan para remodelar y reconstituir las fibras de colágeno reequilibrando la relación colágeno/ elastina dañada por la agresión del sol, pero el proceso resulta imperfecto, precisamente porque han sido demasiado estimuladas. El resultado es una formación de fibras de colágeno más bien desorganizadas que se manifiestan como pequeñas arrugas.

Entre las principales manifestaciones del fotoenvejecimiento figuran ¹²:

- **Arrugas:** profundas y gruesas debido al fotodaño.
- **Cambios vasculares:** Los pequeños vasos de la dermis superior pierden su trama de soporte, lo que provoca su dilatación y una mayor tendencia al enrojecimiento cutáneo.
- **Alteraciones en la consistencia de la piel:** Como son la atrofia o adelgazamiento, pérdida de elasticidad y xerosis (mayor sequedad).
- **Discromías pigmentarias:** Lesiones con aumento de la pigmentación que se desarrollan en áreas expuestas y que están directamente relacionadas con la radiación UV.

B. El cáncer cutáneo es una enfermedad maligna producida por la división y crecimiento descontrolado de las células que la forman, con capacidad para invadir los tejidos y estructuras sanas de alrededor y en algunos casos, a otros órganos a distancia. Existen diferentes tipos de cáncer de piel, pero a grandes rasgos, se clasifican en dos grupos: los **melanomas** y los **carcinomas cutáneos** (carcinoma basocelular y carcinoma espinocelular). En ambos tipos de cáncer de piel, el principal factor de riesgo implicado en su aparición son las radiaciones solares. La radiación UVB es 1.000 veces más dañina que la UVA en la inducción de cáncer cutáneo. La radiación UV actúa como un carcinógeno completo ¹³ al inducir la aparición de

la neoplasia, promover la proliferación celular y facilitar la diseminación metastásica. Los mecanismos implicados en la fotocarcinogénesis incluyen: 1) daño en el ADN celular, ya sea directo (UVB) o por mecanismos oxidativos (UVA); 2) alteración en los sistemas de programación celular, ya sea por inhibición de genes proapoptóticos (UVB) o por activación de genes inductores de proliferación (UVA); 3) inmunosupresión celular (UVA y UVB). Hablaremos específicamente sobre el cáncer de piel más adelante, pero en este apartado es necesario señalar que el cáncer de piel es uno de los efectos sobre la piel que ocasionan las radiaciones ultravioletas.



2.2.C EFECTOS PERJUDICIALES SOBRE LOS OJOS

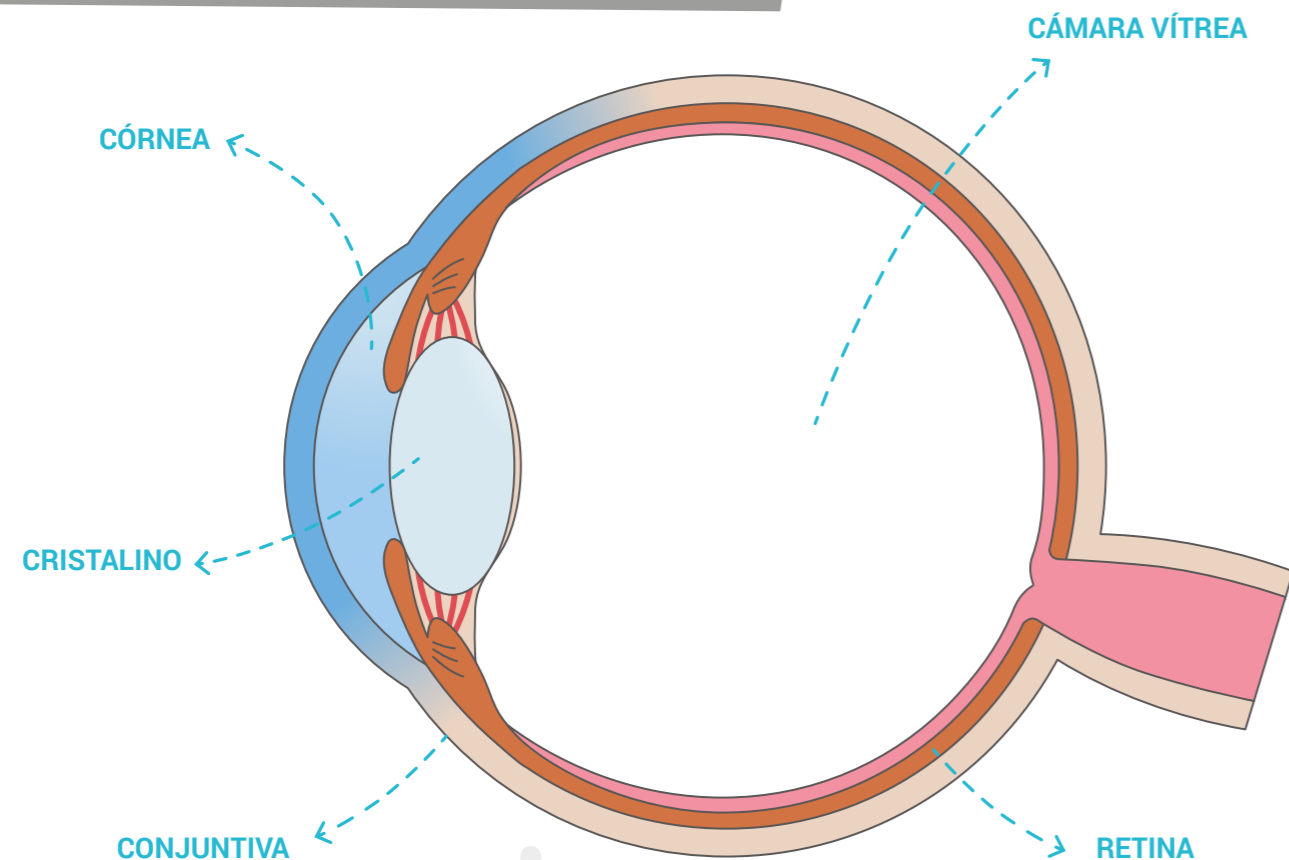


Figura 2.3- Anatomía del ojo humano

De igual forma que la piel, **el ojo de una persona a otra puede ser más o menos sensible a las radiaciones**. De acuerdo al color de sus ojos (**pigmentación**), sus hábitos de vida, edad y condiciones de salud, esa sensibilidad puede ser mayor o menor. Los tejidos que componen el globo ocular poseen una transparencia media en relación a la luz, y esa transparencia es relativa a la longitud de onda.

La luz solar que llega al ojo incide en la superficie ocular (**conjuntiva y córnea**) y atraviesa los medios transparentes (**córnea, cristalino y vítreo**) hasta llegar a la retina. Por ello, todas las estructuras oculares están expuestas a sufrir posibles alteraciones inducidas por el espectro solar (principalmente por la radiación UV), sobre todo si la exposición es excesiva. Los efectos a nivel ocular son diversos: desde la aparición de fotoqueratitis y conjuntivitis de forma aguda hasta la aparición a largo plazo de pinguéculas, pterigiones, cataratas o diversos tipos de cáncer ocular, entre otros ¹⁴.

El daño de la radiación UV es acumulativo y permanente. Puede afectar a la córnea, el cristalino, el iris, la retina y los tejidos epiteliales y conjuntivales relacionados. Se han registrado daños en cuatro estructuras fundamentales: la conjuntiva, la córnea, el cristalino y la retina.

Conjuntiva: La conjuntiva se daña fácilmente por la radiación UV. La radiación UV activa una compleja serie de reacciones oxidativas y distintas vías de muerte celular.

Córnea: Tanto la conjuntiva como la córnea constituyen las partes del globo ocular más expuestas a la radiación solar y por ello las que sufren mayor daño. La córnea es responsable de la absorción de prácticamente de toda la radiación UV-C (la más energética y la más nociva), aunque ausente en la radiación solar que llega a la Tierra.. El aumento de la exposición UVB provoca daños considerables al mecanismo de protección antioxidante corneal, lo que

resulta en daños no solo en la córnea, sino también a otras estructuras oculares subyacentes. Una cantidad significativa de la radiación UV es absorbida por el estroma de la córnea. El adelgazamiento de este tejido debido al queratocono o a la cirugía refractiva permite que llegue más radiación UV al cristalino. Debido a que dicha cirugía es un procedimiento relativamente nuevo, pasarán muchos años antes de saber si el adelgazamiento quirúrgico del estroma aumenta el riesgo de desarrollo precoz de cataratas.

Cristalino: El cristalino desempeña un papel importante en la protección de la radiación UV. Con el tiempo, el cristalino amarillea y pierde su transparencia, sobre todo debido a los cambios irreversibles en sus proteínas causados por el envejecimiento, la herencia y la exposición a los UV. Asimismo, la cirugía de extracción de cataratas, al eliminar el cristalino de la estructura ocular, modifica bruscamente esta condición de protección que ofrece. Por ello actualmente,

casi como norma, muchas de las lentes intraoculares se fabrican con un filtro amarillo contra la radiación UV y algunas de las mejores marcas de lentes de contacto también poseen este filtro anti-UV incorporado ¹⁵.

De igual forma, los niños de baja edad corren mayores riesgos de sufrir daños oculares debido a la mayor transparencia de su cristalino. Consecuentemente absorben más radiación que un adulto. Esto ocurre debido a que el cristalino tiende en forma natural a tornarse más opaco con la edad pudiendo así absorber y filtrar más cantidad de radiación. De forma sencilla, podemos potenciar esos filtros UV utilizando gafas de sol en todas las franjas de edad.

Retina: La retina está protegida generalmente de la radiación UV por el poder de filtración del cristalino. El hecho de que el cristalino en personas jóvenes es más transparente, permite una mayor transmisión de los rayos UV, por eso el uso de medidas de protección ocular frente a los UV es aún más importante en niños o en personas que carecen de cristalino ¹⁶.

1. Efectos oculares agudos del daño solar.

A nivel general, una exposición aguda a luz solar puede provocar inflamaciones agudas de la conjuntiva (**conjuntivitis**) y la córnea (**queratitis**). Se manifiestan clínicamente con dolor y enrojecimiento ocular, lagrimeo y fotofobia que aparecen al cabo de pocas horas de la exposición. La prevalencia de estos cuadros es muy superior en superficies que presentan una gran reflexión de la radiación UV, como ocurre en la nieve, donde si no se utiliza una adecuada protección ocular, es frecuente observar quemaduras del epitelio corneal que reciben el nombre de queratitis actínica (también conocida como «oftalmía de las nieves») ¹⁷.



2. Efectos oculares crónicos del daño solar.

Las diferentes estructuras oculares pueden sufrir alteraciones a largo plazo secundarias a la exposición solar excesiva, siendo las más frecuentes:

Cataratas: La catarata es una opacificación o pérdida de transparencia progresiva del cristalino, la lente que se encuentra dentro del ojo. Aunque la causa principal suele ser el propio envejecimiento del ojo por la edad, la exposición solar excesiva constituye uno de los factores asociados a la aparición precoz de esta enfermedad ^{18,19}. Según la OMS,

entre los 18 millones de personas padecen de ceguera causada por cataratas, alrededor de un 20% de estos casos están producidos o agravado por la exposición al sol.

Lesiones en la conjuntiva (pingüecula y pterigion): la conjuntiva es una membrana que recubre la esclera (parte blanca del ojo) y la parte interior de los párpados. La exposición solar se ha relacionado con el ojo seco en personas de más de 40 años ²⁰. A nivel conjuntival, la radiación UV contribuye a la aparición del pterigion (formación rojiza de forma triangular en la parte blanca del ojo y que puede invadir la córnea) y la pingüecula (formación nodular amarillenta sin invasión corneal), lesiones benignas que son una forma de defensa ante la agresión que significa la radiación ^{21,22}.

Retinopatía Solar. Se trata de una forma aguda de pérdida irreversible de visión central que se da con frecuencia en individuos jóvenes que miran un eclipse sin una adecuada protección. ²³

Cáncer ocular. De igual forma que a nivel cutáneo, la sobreexposición solar en los ojos puede provocar alteraciones en el ADN celular e imposibilidad para la regeneración del tejido, lo que favorece cualquier tipo de cáncer cutáneo en los párpados, e incluso aumenta el riesgo de melanoma uveal en individuos de ojos claros. En individuos con iris pigmentados, la asociación objetivada entre la exposición solar y el desarrollo de melanoma es menor. ^v



2.2.D EFECTOS SOBRE EL SISTEMA INMUNOLÓGICO

La radiación UV es capaz de producir un efecto inmunosupresor a nivel local y sistémico. Estos efectos inmunorreguladores de la radiación UV pueden en ocasiones resultar beneficiosos para la salud, ya que favorecen la tolerancia a los antígenos de contacto y modulan las reacciones autoinflamatorias o autoinmunitarias (de hecho, estos efectos se aprovechan en el ámbito terapéutico). Sin embargo, cuando los efectos inmunosupresores producidos son más severos, las radiaciones UV no solo pueden agravar algunas enfermedades infecciosas, sino también ejercer un efecto promotor sobre el desarrollo de cánceres cutáneos. Tanto la radiación UV A como B ejercen sus efectos

inmunosupresores en diversos niveles de la respuesta inmunitaria innata y adaptativa. Actúan a nivel de diferentes células de la piel (células de Langerhans, queratinocitos, linfocitos T...) activándolas y en muchos casos estimulándolas para secretar diversos mediadores solubles con actividades inmunosupresoras.

2.7 BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

1. Holick MF. *Ultraviolet B Radiation: The Vitamin D Connection.* Adv Exp Med Biol 2017;996:137-154. doi: 10.1007/978-3-319-56017-5_12.

2. Martínez de Victoria E. *El calcio, esencial para la salud.* Nutr Hosp 2016;33(4): 26-31. doi: 10.20960/nh.341.

3. Holick MF. *Sunlight and vitamin D for bone health and prevention of autoimmune diseases, cancers, and cardiovascular disease.* Am J Clin Nutr 2004; 80:1678S–1688S.

4. Gilaberte Y, Aguilera J, Carrascosa JM, Figueroa FL, Romaní de Gabriel J, Nagore E. *La vitamina D: evidencias y controversias [Vitamin D: evidence and controversies].* Actas Dermosifiliogr. 2011 Oct;102(8):572-88. Spanish. doi: 10.1016/j.ad.2011.03.015.

5. Lambert GW, Reid C, Kaye DM, Jennings GL, Esler MD. *Effect of sunlight and season on serotonin turnover in the brain.* Lancet. 2002 Dec 7;360(9348):1840-2. doi: 10.1016/S0140-6736(02)11737-5. PMID: 12480364.

6. Epstein Y, Yanovich R. *Heatstroke.* N Engl J Med. 2019 Jun 20;380(25):2449-2459. doi: 10.1056/NEJMra1810762. PMID: 31216400.

7. Asmara IGY. *Diagnosis and Management of Heatstroke.* Acta Med Indones. 2020 Jan;52(1):90-97. PMID: 32291378.

8. Matsumura Y, Ananthaswamy HN. *Toxic effects of ultraviolet radiation on the skin.* Toxicol Appl Pharmacol. 2004 Mar 15;195(3):298-308. doi: 10.1016/j.taap.2003.08.019.

9. Barolet D, Christiaens F, Hamblin MR. *Infrared and skin: Friend or foe.* J Photochem Photobiol B. 2016 Feb;155:78-85. doi: 10.1016/j.jphotobiol.2015.12.014.

10. Whiteman D, Green A. *Melanoma and sunburn.* Cancer Causes Control. 1994 Nov;5(6):564-72. doi: 10.1007/BF01831385.

11. Amano S. *Characterization and mechanisms of photoageing-related changes in skin. Damages of basement membrane and dermal structures.* Exp Dermatol. 2016 Aug;25 Suppl 3:14-9. doi: 10.1111/exd.13085.

12. Krutmann J, Berneburg M. *Lichtalterung (Photoaging) der Haut: Was gibt es Neues? [Sun-damaged skin (photoaging): what is new?].* Hautarzt. 2021 Jan;72(1):2-5. German. doi: 10.1007/s00105-020-04747-4 .

13. Madan V, Lear JT, Szeimies RM. *Non-melanoma skin cancer.* Lancet. 2010 Feb 20;375(9715):673-85. doi: 10.1016/S0140-6736(09)61196-X. PMID: 20171403.

14. Taylor HR. *Ultraviolet radiation and the eye: an epidemiologic study.* Trans Am Ophthalmol Soc 1989; 87:802-53.

15. Hammer HM, Yap M, Weatherill JR. *Visual performance in pseudophakia with standard and ultraviolet-absorbing intraocular lenses: a preliminary report.* Trans Ophthalmol Soc U K 1986;105 (Pt 4):441-6.

16. Diddie KR. *Do sunglasses protect the retina from light damage?* West J Med 1994; 161(6):594.

17. Izadi M, Jonaidi-Jafari N, Pourazizi M, Alemzadeh-Ansari MH, Hoseinpoufard MJ. *Photokeratitis induced by ultraviolet radiation in travelers: A major health problem.* J Postgrad Med 2018 ;64(1):40-46. doi: 10.4103/jpgm.jpgm_52_17.

18. Vashist P, Tandon R, Murthy GVS, et al. ICMR-EYE SEE Study Group. *Association of cataract and sun exposure in geographically diverse populations of India: The CASE study. First Report of the ICMR-EYE SEE Study Group.* PLoS One 2020 23; 15(1): e0227868. doi: 10.1371/journal.pone.0227868.

19. Klein BE, Cruickshanks KJ, Klein R. *Leisure time, sunlight exposure and cataracts.* Doc Ophthalmol 1994-1995;88(3-4):295-305. doi: 10.1007 / BF01203683.

20. Tandon R, Vashist P, Gupta N, et al. *Association of dry eye disease and sun exposure in geographically diverse adult (≥40 years) populations of India: The SEED (sun exposure, environment and dry eye disease) study - Second report of the ICMR-EYE-SEE study group.* Ocul Surf 2020; 18(4):718-730. doi: 10.1016/j.jtos.2020.07.016.

21. Wu SQ, Xu QB, Sheng WY, et al. *A novel role for Living in the response to ultraviolet B radiation and pterygium development.* Int J Mol Med 2020;45(4):1103-1111. doi: 10.3892/ijmm.2020.4481 .

22. Cárdenas-Cantú E, Zavala J, Valenzuela J, Valdez-García JE. *Molecular Basis of Pterygium Development.* Semin Ophthalmol. 2016;31(6):567-83. doi: 10.3109/08820538.2014.971822.

23. Begaj T, Schaal S. *Sunlight and ultraviolet radiation-pertinent retinal implications and current management.* Surv Ophthalmol 2018; 63(2):174-192. doi: 10.1016 / j.survophthal.2017.09.002.

24. Schmidt-Pokrzywniak A, Jöckel KH, Bornfeld N, Sauerwein W, Stang A. *Positive interaction between light iris color and ultraviolet radiation in relation to the risk of uveal melanoma: a case-control study.* Ophthalmology 2009; 116(2):340-8. doi: 10.1016/j.ophtha.2008.09.040.

CAPÍTULO III

CÁNCER DE PIEL

Salvador Arias Santiago y Lara Ferrándiz Pulido

· Más información sobre autores pag. 274



3.1 ESTRUCTURA Y FUNCIONES DE LA PIEL

La piel es un órgano de vital importancia, estructura compleja y múltiples funciones. Constituye el órgano de mayor tamaño del organismo, ya que tiene una superficie de alrededor de 2m² y un peso de 4 kg, lo que supone aproximadamente el 6% del peso corporal total. Sus propiedades son únicas: es compacta y resistente, pero a la vez elástica, sensible y en continuo recambio¹. La piel desempeña muchas funciones, tales como el efecto barrera, la termorregulación y el aislamiento térmico, el almacenamiento energético, la percepción sensitiva y la protección frente a factores nocivos del entorno, como diferentes microorganismos y la radiación UV. Desde fuera hacia dentro, se distinguen tres capas de tejido, cada una de ellas con un origen embriológico¹ distinto (Figura 3.1).

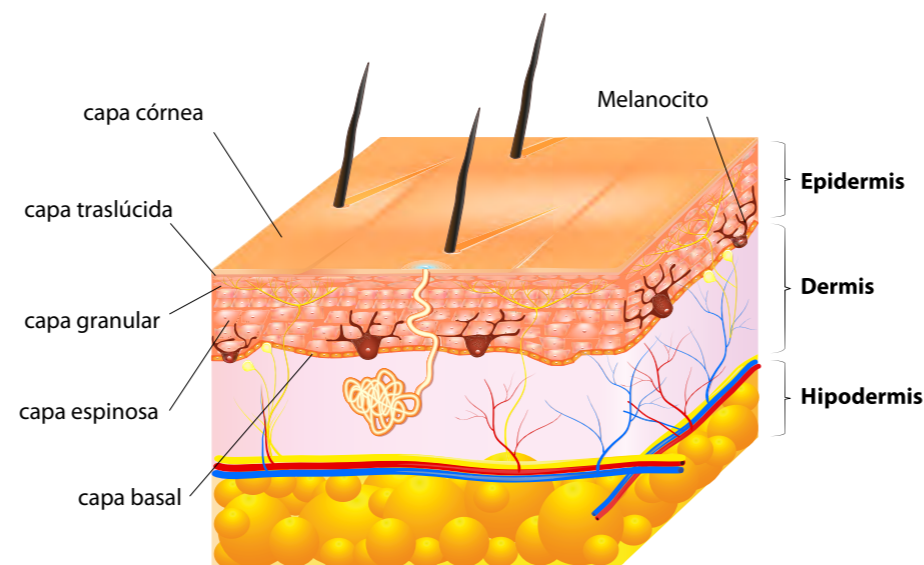


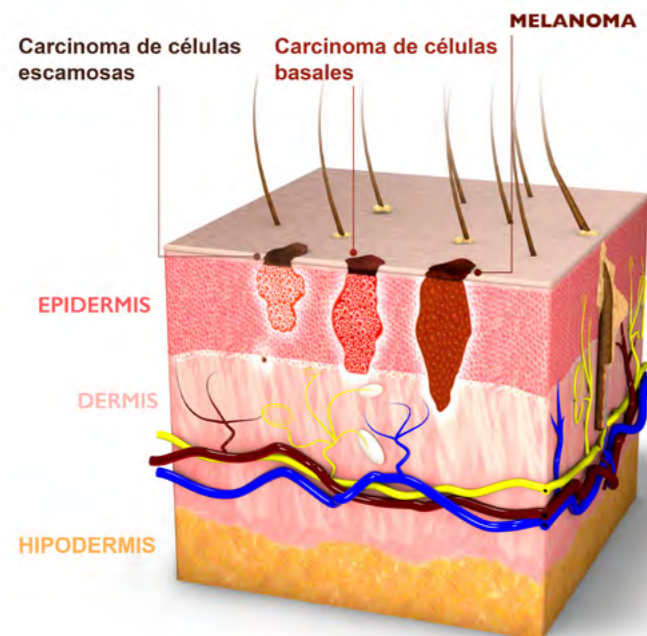
Figura 3.1.
Estructura de la piel.

·**La epidermis** es el estrato superior o más externo de la piel. Constituye nuestra primera línea de defensa contra las agresiones externas. La epidermis es muy fina (entre 0,03 y 1 mm) y se renueva constantemente. Está formada principalmente por **queratinocitos** células que, a medida que envejecen, se cargan de una sustancia impermeable, la queratina (lo que explica la función protectora de la piel). Además de queratinocitos también contiene **melanocitos** (células que proporcionan protección natural contra los rayos del sol y son responsables de la pigmentación de la piel) y **células de Langerhans**, que forman parte del sistema inmunológico. La epidermis está organizada en cuatro capas de células: el estrato basal (la más profunda), el espinoso, el granuloso y el córneo (la capa superior o más superficial).

·**La dermis** es la segunda capa de la piel. Es más gruesa que la epidermis (hasta 2,4 mm), y es la responsable de la resistencia y flexibilidad de nuestra piel, ya que sus componentes mayoritarios son fibras de colágeno y de elastina. Además, esta capa contiene los vasos sanguíneos, nervios, glándulas sudoríparas y folículos pilosos.

·**La hipodermis o tejido celular subcutáneo** se encuentra bajo la dermis y es un tejido graso, más o menos abundante dependiendo de la persona y la parte del cuerpo. Se compone de tejido conectivo y células de grasa que mantienen nuestro cuerpo caliente y ayudan a almacenar energía. Constituye una zona importante de depósito de energía para el cuerpo.

3.2 ¿QUÉ ES EL CÁNCER DE PIEL?



El cáncer de piel es una enfermedad caracterizada por la presencia de células cancerosas en este órgano, procedentes de los diferentes componentes que la forman. Estas células se multiplican de forma incontrolada

Del 50 al 90% de los cánceres de piel son debidos a exposición a radiación ultravioleta, ya sea procedente del sol o de fuentes artificiales como las lámparas de bronceado. La suma de mutaciones en el material genético (producido por la radiación UVB) y de daño oxidativo celular (por UVA) en las capas cutáneas más superficiales acelera el proceso de envejecimiento cutáneo y la producción de diferentes tumores y lesiones precancerosas.

Figura 3.2.
Tipos de cáncer de piel

3.3 TIPOS DE CÁNCER DE PIEL

Existen numerosos tipos de cáncer cutáneo, pero son tres las variantes más frecuentes (más del 90% del total de cáncer de piel): **carcinoma basocelular**, **carcinoma espinocelular** y **melanoma**. Los más comunes son el carcinoma basocelular y el carcinoma espinocelular, que se originan a partir de los queratinocitos (de la capa basal y del estrato espinoso, respectivamente). A estos tipos de cánceres se les denomina *cánceres de la piel no melanoma*. El melanoma es un tipo de cáncer que se origina en los melanocitos. No es tan común como el carcinoma basocelular o el carcinoma espinocelular, pero tiene peor pronóstico (Figura 3.3).

La forma en la que se manifiestan clínicamente varía en cada subtipo:

El **carcinoma basocelular**, es el más frecuente. Constituye el 75% de los casos de cáncer de piel no melanoma. Se presenta habitualmente en forma de lesión rosada o pigmentada de crecimiento muy lento (tarda años en duplicar su tamaño), con tendencia a la ulceración y al sangrado. Suele aparecer en varones de más de 50 años que han estado expuestos al sol de forma crónica y preferentemente en la cara². Este tipo de tumores se asocia a una exposición crónica, pero de forma intermitente (por ejemplo, exposición solar intensa todos los veranos durante muchos años). Sin embargo, puede aparecer en cualquier localización y su frecuencia está aumentando en mujeres y en jóvenes.

El carcinoma espinocelular, es el segundo en frecuencia, pues representa el 20% restante de los casos de cáncer de piel no melanoma. Suele aparecer en las áreas más expuestas (cara, cuero cabelludo, antebrazos y dorso de manos), y suele afectar a personas mayores de 70 años^{3,4}. El tipo de exposición solar que se asocia a este tipo de tumores es una exposición crónica mantenida en el tiempo. Son tumores que pueden tener un rápido crecimiento y que tienen la capacidad de invadir los ganglios linfáticos próximos.

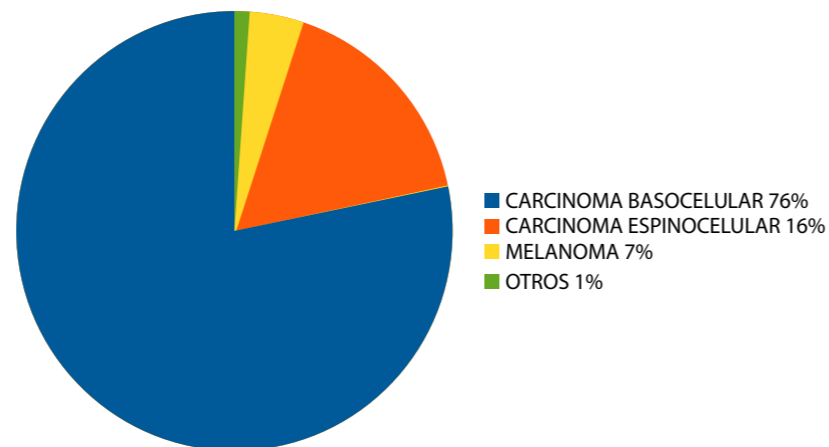


Figura 3.3.
Distribución de prevalencia de los diferentes tipos de cáncer cutáneo.

El melanoma, es el menos común (solo representa el 5% del total del cáncer cutáneo) y, sin embargo, el más temido, pues es responsable de más del 80% de las muertes por cáncer de piel. Afecta igualmente a varones y a mujeres, y se da con mayor frecuencia en población joven (un 50% se presenta en adultos entre los 20 y 45 años). Puede aparecer en cualquier parte del cuerpo, pero en el hombre ocurre con más frecuencia en la espalda, y en la mujer, en las piernas⁵. La forma de presentación habitual es la de un lunar de reciente aparición y/o con cambios en el color, el tamaño o en la forma. Si no se detecta a tiempo, el tumor tiende a invadir ganglios linfáticos y los vasos sanguíneos y se reproduce a distancia en el interior del organismo (lo que se conoce con el nombre de metástasis).



3.3 INCIDENCIA Y MORTALIDAD

El cáncer de piel es el tumor más frecuente en la población.

Su incidencia aumenta año tras año a un ritmo superior a cualquier otro tumor maligno. Dados los actuales hábitos de exposición solar de la población, no existen visos de que este ritmo de crecimiento vaya a frenarse en los próximos años.

En EE. UU., Europa y Australia la incidencia de cáncer de piel (melanoma, carcinoma basocelular y carcinoma espinocelular) aumenta a un ritmo de 3-8% anualmente, y se ha triplicado en los últimos 20 años^{6,7}. En el año 2000 se produjeron en el mundo 200.000 nuevos casos y 65.000

muerres por melanoma. Además, se registraron 10 millones de carcinomas basocelulares y 2,8 millones de carcinomas espinocelulares. El cáncer de piel se ha convertido en un problema prioritario de salud a nivel mundial: hoy en día la neoplasia maligna es la más frecuente de la humanidad y una de la que más costes sanitarios genera.

En España, el cáncer de piel es el más frecuente. Sus tasas de incidencia se han incrementado significativamente durante el periodo de 1978 a 2002, y este aumento es mayor entre las mujeres y los jóvenes. Se estima una incidencia de melanoma de 9,7 casos por cada 100.000 habitantes⁸.

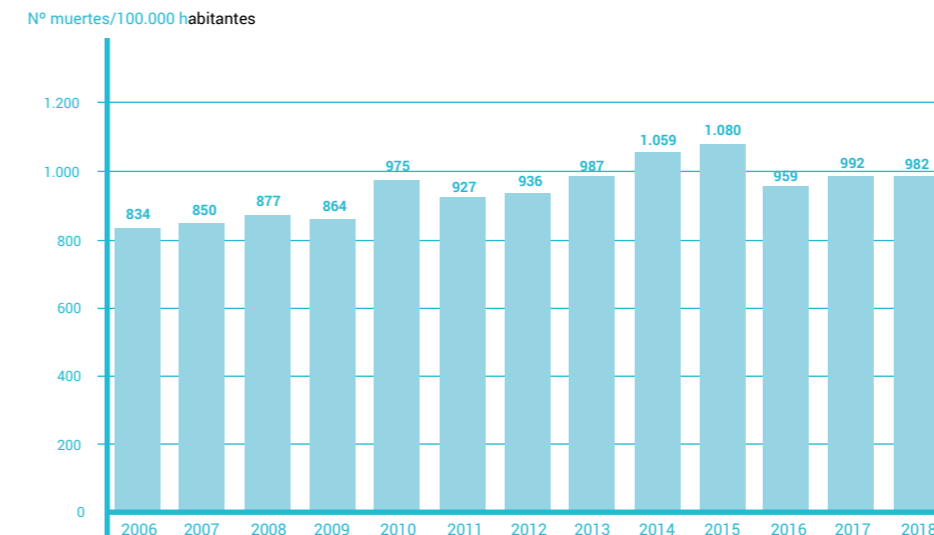


Figura 3.4 . Evolución de mortalidad de melanoma en España
(Fuente: Startista 2020)

Respecto a la mortalidad, los dos tipos de cáncer de piel más comunes (el carcinoma basocelular y el carcinoma espinocelular) tienen altas probabilidades de curación, pero pueden causar desfiguración y ser costosos de tratar. A pesar de ser uno de los tumores más agresivos cuando su detección es tardía en fases iniciales, el melanoma es uno de los cánceres que con mayor asiduidad encuentra la curación con estrategias quirúrgicas. En España se estima que la mortalidad por melanoma se encuentra en 1,3 muertes por 100.000 habitantes. La mortalidad se incrementó en España en las últimas décadas (1,76% en hombres y 1,26% en mujeres), si bien esta tendencia al alza se ha estabilizado en los últimos años debido principalmente al diagnóstico precoz.

3.4 FACTORES DE RIESGO

La radiación UV procedente del sol o de fuentes artificiales es la principal causa evitable de cáncer de piel. Hasta un 80% de los tumores cutáneos podrían ser evitados si se adoptaran comportamientos preventivos. Además, la existencia de factores individuales y ambientales puede influir en la aparición del cáncer de piel: son los llamados **factores de riesgo**. Conocerlos ayuda a tener una actitud más vigilante ante ellos, así como llevar a cabo medidas de prevención en aquellos que puedan ser modificados. Los principales factores de riesgo para padecer cáncer de piel son:

A. Exposición a radiación ultravioleta.

La exposición solar aumenta el riesgo de cáncer de piel. De hecho, las zonas más comunes donde se desarrolla el cáncer cutáneo son las más expuestas al sol, tales como la cara, el cuero cabelludo, los antebrazos y las manos. El tipo de exposición al sol también influye en la clase de tumor que se desarrollará. Así, la exposición solar excesiva e intermitente (asociada a actividades de ocio al aire libre o durante las vacaciones) y las quemaduras por el sol predisponen a padecer cáncer cutáneo tipo melanoma y carcinoma basocelular, mientras que la exposición solar crónica, (relacionada con trabajos a la intemperie), predispone a la aparición de carcinoma espinocelular⁹. Independientemente del patrón de exposición solar, la ocurrida durante la infancia y adolescencia constituye el principal factor de riesgo de padecer cáncer de piel en la vida adulta. Los niños poseen una piel extremadamente sensible

a los efectos de la radiación solar; es por ello que, aunque a corto plazo las quemaduras pueden parecer solamente una irritación temporal, en realidad pueden causar daños para toda la vida. De hecho, el riesgo de melanoma se duplica al haber sufrido una o más quemaduras solares en la infancia o adolescencia. Por último, la exposición a radiación ultravioleta artificial, como las cabinas de bronceado, constituye igualmente un factor de riesgo para el desarrollo de cáncer de piel. El uso frecuente de dichas cabinas incrementa el riesgo de padecer cáncer de piel, especialmente en sujetos menores de 35 años, cuyo riesgo es 1,8 veces mayor que en los de edad más avanzada¹⁰. Por ello, la IARC (Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer) ha catalogado la radiación UV procedente de las cabinas de bronceado en la categoría de carcinógeno humano¹¹.



B. Fototipo cutáneo.

El color de la piel de cada individuo viene determinado genéticamente. Los melanocitos son células localizadas en la capa basal de la epidermis y del folículo piloso. Su función es la de producir unos gránulos, los **melanosomas**, que cuando están llenos de pigmento son transferidos a las células vecinas de la epidermis (queratinocitos) para así bloquear los rayos solares. De esta forma, la melanina migra desde las capas basales a las más superficiales de la epidermis y aporta a la piel su color característico. La melanina es la responsable de conferir un tono de piel, cabello y ojos diferente en cada individuo. La cantidad y calidad de la melanina producida por el organismo humano determinan el gran espectro de colores y tonalidades que

pueden observarse en las diferentes razas.

Cada persona, en función de su tipo de piel, presenta una respuesta diferente a la radiación solar. Se conoce como **fototipo** a la capacidad de adaptación al sol que tiene cada persona desde que nace, es decir, el conjunto de características que determinan si una piel se broncea o no, y cómo y en qué grado lo hace. Existen 6 fototipos determinados de la capacidad del individuo para padecer quemaduras solares o, por el contrario, de su capacidad para broncearse (Tabla 3.1). Las distintas características fenotípicas del individuo como el tono de la piel, el color del cabello y ojos, la presencia o no de efélides (pecas) determinarán su facilidad para quemarse y/o broncearse, y con ello, su fototipo.

Los fototipos se clasifican según el siguiente esquema, **la escala de Fitzpatrick**:

	FOTOTIPO I	FOTOTIPO II	FOTOTIPO III	FOTOTIPO IV	FOTOTIPO V	FOTOTIPO VI
ACCIÓN DEL SOL SOBRE LA PIEL	Siempre se quema, nunca se broncea	Siempre se quema, a veces se broncea	A veces se quema, siempre se broncea con el tiempo	Se quema moderada o mínimamente, siempre se broncea (pigmenta con facilidad y de forma inmediata al exponerse al sol)	Muy raramente se quema, siempre se broncea (pigmenta con facilidad e intensidad)	Nunca se quema, siempre se broncea
CARACTERÍSTICAS PIGMENTARIAS	Pieles muy claras (habitualmente blanco lechoso), pelirrojos, con ojos claros y a menudo con abundantes pecas	Pieles claras, rubios o pelirrojos, con ojos claros (azules-grises) y, con frecuencia, con abundantes pecas	Pieles blancas (raza caucásica) que habitualmente no están expuestas al sol	Pieles morenas, ojos marrones o negros (mediterráneos, mongólicos y orientales)	Pieles con pigmentación constitucional moderada	Raza negra (pigmentación constitucional intensa)

Tabla 3.1.
Fototipos. Escala de Fitzpatrick.

Si bien las personas con facilidad de quemaduras solares y escasa capacidad para broncearse (es decir, las de fototipos I y II de Fitzpatrick) tienen mayor riesgo de padecer fotoenvejecimiento y cualquier tipo de cáncer de piel frente a las personas con fototipos de piel más altos. No obstante la relación con el fototipo cutáneo es particularmente relevante para el carcinoma espinocelular.

C. Antecedentes familiares y personales de cáncer de piel.

En relación con el cáncer cutáneo no melanoma, de forma general el tener una historia familiar de este tipo de tumor no incrementa las posibilidades de padecerlo ¹². No obstante, recientes estudios sí apuntan a un ligero aumento de riesgo en el caso de antecedentes familiares de espinocelular. Por otra parte, el padecer un carcinoma cutáneo constituye un factor de riesgo para presentar un segundo tumor de este tipo. Hasta un 20% de los pacientes con un carcinoma cutáneo presentan un segundo tumor; los tres primeros son años claves para detectar otra lesión cutánea y, a partir de entonces, la probabilidad anual de un segundo cáncer cutáneo no melanoma va disminuyendo.

En el caso del melanoma, el riesgo de desarrollar melanoma se incrementa de manera significativa si hay antecedentes

en varios familiares de primer grado (padres, hermanos o hijos). Se estima que los integrantes de una familia con varios miembros diagnosticados de melanoma poseen un riesgo 12 veces mayor de desarrollarlo que el resto de la población. Entre el 5-12% de todas las personas con melanoma tienen un historial familiar ¹³. Por otro lado, los antecedentes personales de melanoma igualmente aumentan el riesgo de padecer un segundo tumor. Aproximadamente entre el 5% y el 10% de las personas con melanoma desarrollará otro a lo largo de su vida



D. Presencia de lunares (o nevus melanocíticos).

Generalmente, los lunares (o nevus) no están presentes al nacer, sino que empiezan a aparecer en la infancia y en los adultos jóvenes. Solo un 20-25% de los melanomas se desarrolla sobre un lunar previo; la mayoría de melanomas aparece sobre la piel normal.

No obstante, existe una serie de características que aumentan el riesgo de que un lunar degenera a melanoma:

1. Presencia de más de 50 nevus: poseer más de 50 nevus multiplica por tres el riesgo de desarrollar un melanoma que

la población normal y, si hay más de 100, el riesgo aumenta a 7 veces más que en la población normal.

2. Presencia de nevus atípicos en forma o tamaño: los lunares irregulares (o displásicos) se caracterizan por presentar varios de los siguientes rasgos: asimetría, bordes irregulares, varios colores, diámetro superior a 6 mm o cambios bruscos en su evolución. La presencia de varios nevus atípicos aumenta la posibilidad de desarrollo de cáncer de piel melanoma.

3. Presencia de lunares en el momento del nacimiento (nevus congénitos) de gran tamaño.

E. Estado de inmunosupresión.

El sistema inmunitario ayuda al cuerpo a combatir el cáncer de piel y de otros órganos. Las personas cuyos sistemas inmunitarios se han debilitado tienen más probabilidades de padecer muchos tipos de cáncer, incluido el de piel. Entre las causas más frecuentes de inmunosupresión figuran enfermedades (como el VIH, el cáncer o enfermedades autoinmunes) o determinados tratamientos médicos (inmunosupresores, como los empleados en pacientes trasplantados o en otro tipo de enfermedades).

F. Enfermedades genéticas.

El último factor de riesgo relacionado con la aparición de cáncer cutáneo es la presencia de determinadas enfermedades genéticas. Ciertos trastornos provocados por mutaciones en genes conducen a un fallo en los sistemas de reparación de ADN celular y generan un riesgo más elevado de padecer cáncer de piel. Entre dichas enfermedades figuran trastornos como el xeroderma pigmentoso, el albinismo, la epidermodisplasia verruciforme, la poroqueratosis o la epidermólisis ampollosa ^{6,14}.



3.5 SIGNOS DE ALARMA DEL CÁNCER DE PIEL



Figura 3.5- Imágenes de cánceres cutáneos no melanoma.
1) A la izquierda, carcinoma espinocelular en dedo de mano
2) A la derecha, imagen de carcinoma basocelular en frente.

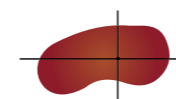
El aspecto del cáncer de la piel puede variar.

-En relación con el **cáncer cutáneo no melanoma** la forma de presentación más común es la aparición de una lesión o herida que no sana durante un largo tiempo de evolución. A veces puede aparecer como una pequeña protuberancia rosada con superficie lisa y brillante (**carcinoma basocelular**) o bien como lesiones de superficie escamosa y rápido crecimiento (**carcinoma espinocelular**). (Figura 3.5)
Indudablemente, no todos los cambios en la piel significan que la persona tenga cáncer; sin embargo, es recomendable consultar al médico ante cualquier lesión sospechosa, ya que el diagnóstico precoz supone la curación en la inmensa mayoría de los casos. Contamos además con una ventaja respecto a otros tipos de cáncer, y es que para

explorar la piel no necesitamos nada más que descubrir al paciente y explorarlo a ojo desnudo y con la ayuda de un dermatoscopio (un instrumento de bolsillo).

- El **melanoma** presenta una apariencia clínica diferente del cáncer cutáneo no melanoma. Casi todas las personas tienen lunares (o nevus melanocíticos) que habitualmente aparecen progresivamente durante la infancia y la adolescencia. Existen varios signos que nos deben hacer sospechar que estamos ante un melanoma cutáneo:

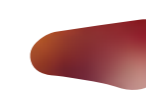
REGLA **ABCDE**



A Asimetría



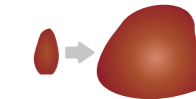
B Bordes irregulares



C Color >1



D Diámetro >6mm



E Evolución cambiante

Figura 3.5.
Regla del ABCD

•**Signo del patito feo**: Con frecuencia, todos los lunares de una persona suelen tener un aspecto similar. Si existe un lunar diferente al resto por tamaño, color o sensaciones (como picor o dolor) habrá que descartar que se trate de un melanoma.

•**La aparición de un lunar en la edad adulta.**

•**Regla del ABCDE** : Los lunares que presentan alguno de estos 5 parámetros (Asimetría, Bordes irregulares, varios colores, Diámetro >6mm o Evolución cambiante) se pueden considerar sospechosos de ser cáncer de pie (Figura 3.5) I. La sospecha es mayor cuanto mayor número de los parámetros referidos presente el lunar.

3.6 ¿CÓMO SE DIAGNOSTICA?



El cáncer de piel se diagnostica mediante un examen físico y se confirma mediante el estudio histopatológico. Durante la exploración física es frecuente que el dermatólogo utilice un dermatoscopio (una fuente de luz polarizada que ilumina la piel y permite visualizar a gran aumento las lesiones y diferenciar estructuras imposibles de detectar a simple vista, lo que aumenta la precisión diagnóstica).

La confirmación del diagnóstico se realizará con el estudio histológico de la lesión tras la exéresis completa de la misma, una intervención que se realiza bajo anestesia local. Además, debe realizarse un examen del resto de la superficie cutánea para asegurar que no existan otras afecciones que puedan estar relacionadas con el cáncer de piel. Una vez confirmado el diagnóstico es precisa una exploración de las regiones ganglionares.

3.7 MODALIDADES DE TRATAMIENTO

Existen diversos tratamientos para el tratamiento del cáncer de piel. La elección del tipo de terapia dependerá de varios factores:

- El tipo de cáncer.
- El estadio del cáncer (si está limitado a la piel o por el contrario se ha extendido a los ganglios linfáticos u otros órganos).
- El tamaño del tumor y la parte del cuerpo en la que está localizado.
- El estado general del paciente.





El objetivo general del tratamiento del cáncer cutáneo es la curación del proceso. **Casi el 95% de los cánceres de la piel pueden curarse** si se diagnostican en una fase inicial. En general, el tratamiento de elección del cáncer de piel es quirúrgico. No obstante, la elección del tratamiento adecuado en cada caso depende del tipo de cáncer y de las características individuales de cada paciente. Se emplean principalmente tres clases de tratamientos:

1. CIRUGÍA: es el tratamiento más empleado y el de elección siempre que las circunstancias del tumor y del paciente lo permitan. Consiste en la extirpación del tumor, con un margen quirúrgico de seguridad y el cierre del

defecto cutáneo resultante mediante diversas técnicas reconstructivas, que pueden tener desde escaso a un alto grado de complejidad. La extirpación quirúrgica del cáncer cutáneo permite su estudio histológico, así como confirmar que ha sido extirpado en su totalidad ¹⁵.

La **cirugía micrográfica de Mohs** constituye una variante de la cirugía convencional, que consiste en la eliminación del tumor capa a capa, guiados por microscopio en el propio quirófano. Mediante un mapa microscópico del tumor, tan solo se extirpan las células malignas y se respetan al máximo los tejidos sanos. Tiene, por tanto, la ventaja de que proporciona una mayor tasa de curación y que conserva la

mayor parte de tejido sano, motivo por el cual constituye la referencia quirúrgica actual en el tratamiento del cáncer cutáneo no metastásico.

Dado que en la mayor parte de los casos los tumores se localizan en áreas anatómicas de alta visibilidad (cara y otras zonas fotoexpuestas), en ocasiones la cirugía puede implicar secuelas cicatrizales, cosméticas y/o funcionales, que se asocian a una afección psicológica del paciente. Sin embargo, si la cirugía se realiza de forma precoz, los resultados quirúrgicos suelen ser satisfactorios, lo que disminuye el estrés de quien lo padece.

2. RADIOTERAPIA/QUIMIOTERAPIA: la quimioterapia y la radioterapia constituyen dos terapias útiles en el tratamiento del cáncer de piel. Su principal indicación se encuentra en tumores inoperables (bien por la extensión del tumor o por las características del paciente) y/o como tratamiento complementario a la cirugía ¹⁶.

3. TERAPIAS NO INVASIVAS: en el caso de tumores superficiales y con baja capacidad metastásica, el dermatólogo cuenta con un amplio número de alternativas terapéuticas disponibles (Figura 3.8). La mayor parte de ellas actúa mediante la destrucción, más o menos selectiva, de las células cancerígenas. La ventaja de este tipo de tratamientos radica en sus buenos resultados cosméticos y funcionales, así como en la mayor rapidez y comodidad de su aplicación.

Crioterapia
Electrocuretaje
Terapia fotodinámica
Laser CO₂
Imiquimod tópico

Figura 3.6.
Terapias no invasivas del cáncer cutáneo.

3.8 PRONÓSTICO

En la mayoría de los casos, si se detecta pronto y se extirpa correctamente, el pronóstico del cáncer cutáneo es excelente. **La tasa de curación está en torno al 95%**. No obstante, los pacientes con cáncer de piel deben recibir un estrecho seguimiento clínico y una adecuada fotoprotección posterior, debido a que presentan un mayor riesgo de sufrir segundas neoplasias cutáneas (especialmente, como dijimos, en los tres años siguientes a la detección del tumor inicial).

La supervivencia de los pacientes con melanoma (el cáncer más agresivo) es próximo al 100% cuando se diagnostica y extirpa en fases iniciales. Sin embargo, su pronóstico empeora significativamente si se extirpa en fases más avanzadas.



3.9 PREVENCIÓN

Pese a todos los datos negativos que envuelven al cáncer de piel encontramos la esperanza de que es uno de los que tiene mayores posibilidades de prevención. Un diagnóstico temprano reduce el alcance de la enfermedad, de ahí la importancia de la detección precoz especialmente en el melanoma (prevención secundaria). Por otro lado, reducir la exposición solar desde la infancia a través de unos hábitos adecuados de fotoprotección podría evitar entre el 50-90% de los casos de cancer cutáneo. La educación en fotoprotección es la mejor estrategia de prevención del cáncer de piel (prevención primaria). Evitar la exposición solar directa excesiva en las horas centrales del día, buscar la sombra siempre que sea posible

y usar ropa y complementos que cubran la piel (mangas largas, sombreros de ala, gafas de sol, etcétera), o aplicar cremas fotoprotectoras cuando se realizan actividades al aire libre, son diferentes estrategias de prevención primaria. Asimismo, la autoexploración de la piel es un método clave para identificar precozmente un cáncer de piel. Su objetivo es que cada persona conozca las características de su piel, y ante cualquier cambio, acuda al médico para que realice el diagnóstico y tratamiento más adecuado. Los cambios pueden ser tanto la aparición de una nueva lesión (lunar, mancha, costra, etc.) como variaciones de una ya existente (un lunar que cambia de forma, tamaño, color...).



3.10 BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

1. Kanitakis J. *Anatomy, histology and immunohistochemistry of normal human skin.* Eur J Dermatol. 2002 Jul-Aug;12(4):390-9; quiz 400-1. PMID: 12095893.

2. Christenson LJ, Borrowman TA, Vachon CM, Tollefson MM, Otley CC, Weaver AL, Roenigk RK. *Incidence of basal cell and squamous cell carcinomas in a population younger than 40 years.* JAMA. 2005 Aug 10;294(6):681-90. doi: 10.1001/jama.294.6.681.

3. Mendez BM, Thornton JF. *Current Basal and Squamous Cell Skin Cancer Management.* Plast Reconstr Surg. 2018 Sep;142(3):373e-387e. doi: 10.1097/PRS.0000000000004696.

4. Que SKT, Zwald FO, Schmults CD. *Cutaneous squamous cell carcinoma: Incidence, risk factors, diagnosis, and staging.* J Am Acad Dermatol. 2018 Feb;78(2):237-247. doi: 10.1016/j.jaad.2017.08.059.

5. Pavri SN, Clune J, Ariyan S, Narayan D. *Malignant Melanoma: Beyond the Basics.* Plast Reconstr Surg. 2016 Aug;138(2):330e-340e. doi: 10.1097/PRS.0000000000002367.

6. Molgó M, Sáez de Santamaría L, Lubiano A. *Epidemiología del cáncer de piel.* Piel 2006; 21 (1): 9-13. doi: 10.1016/S0213-9251(06)72418-2.

7. Aceituno-Madera P, Buendía-Eisman A, Arias-Santiago S, Serrano-Ortega S. *Evolución de la incidencia del cáncer de piel en el período 1978-2002.* Actas Dermosifiliogr 2010; 101 (1): 39-46. doi: 10.1016/j.ad.2009.05.001.

8. Martín García E, Arias-Santiago S, Serrano-Ortega S, Buendía-Eisman A. *Changes in the Incidence of Skin and Lip Cancer Between 1978 and 2007.* Actas Dermosifiliogr 2017; 108(4):335-45. English, Spanish. doi: 10.1016/j.ad.2016.11.016.

9. Armstrong BK, Kricger A. *The epidemiology of UV induced skin cancer.* J Photochem Photobiol 2001; 63 (1-3): 8-18. doi: 10.1016 / s1011-1344 (01) 00198-1.

10. Boniol M, Autier P, Boyle P, Gandini S. *Cutaneous melanoma attributable to sunbed use: systematic review and meta-analysis.* BMJ 2012; 345: e4757. doi: 10.1136/bmj.e4757.

11. Lazovich D, Vogel RI, Berwick M, Weinstock MA, Warshaw EM, Anderson KE. *Melanoma risk in relation to use of sunscreen or other sun protection methods.* Cancer Epidemiology & Biomarkers Prevention 2011; 2583-93. doi: 10.1158/1055-9965.EPI-11-0705.

12. Cai H, Sobue T, Kitamura T, Sawada N, Iwasaki M, Shimazu T, Tsugane S. *Epidemiology of nonmelanoma skin cancer in Japan: Occupational type, lifestyle, and family history of cancer.* Cancer Sci 2020;111(11):4257-65. doi: 10.1111/cas.14619.

13. Koh HK. *Preventive strategies and research for ultraviolet-associated cancer.* Environ Health Perspect 103 (1995) :255-7. doi: 10.1289 / ehp.95103s8255.

14. Diepgen TL, Mahler V. *The epidemiology of skin cancer.* British Journal of Dermatology 2002; 146 (61): 1-6. doi: 10.1046 / j.1365-2133.146.s61.2.x.

15. Gandhi SA, Kampp J. *Skin Cancer Epidemiology, Detection, and Management.* Med Clin North Am. 2015 Nov;99(6):1323-35. doi: 10.1016/j.mcna.2015.06.002. Epub 2015 Sep 2. PMID: 26476255.

16. Sacco AG, Daniels GA. *Adjuvant and Neoadjuvant Treatment of Skin Cancer.* Facial Plast Surg Clin North Am. 2019 Feb;27(1):139-150. doi: 10.1016/j.fsc.2018.08.014.

CAPÍTULO IV FOTOPROTECCIÓN

Yolanda Gilaberte Calzada y Mercedes Lorenzo Soto

- Más información sobre autores pag. 274



4.1 JUSTIFICACIÓN DE LA FOTOPROTECCIÓN

Según la OMS, la exposición excesiva a la radiación solar causó en el año 2000 la pérdida de aproximadamente 1,5 millones de años de vida ajustados por discapacidad (AVAD), es decir, el 0,1% de la carga de morbilidad mundial total, y **65.000 muertes prematuras por cáncer de piel** en todo el mundo. En el año 2000 se produjeron **200.000 casos de melanoma, 2,5 millones de carcinomas basocelulares, 10 millones de carcinomas espinocelulares y 18 millones de cataratas** adicionales en todo el mundo. El 50-90% de la carga de morbilidad relacionada con el cáncer de piel y el 5% relacionada con las cataratas se pueden atribuir directamente a las radiaciones UV. Una disminución del 10% en el ozono estratosférico, con el consiguiente aumento de los niveles de radiación UV en la superficie de la tierra, podría causar 300.000 cánceres

de piel no melanoma, 4.500 melanomas y entre 1,6 y 1,75 millones de cataratas adicionales cada año.

Para reducir la carga de enfermedad asociada a la radiación UV, la OMS recomienda evitar el uso de cabinas de bronceado solar y emplear un conjunto de medidas de protección solar cuando se realicen actividades al aire libre y el nivel de irradiación UV alcance un valor de 3 o superior. Las medidas horarias y físicas constituyen la primera línea en fotoprotección. Las cremas solares constituyen una medida adicional que no sustituye a las anteriores y no deberían utilizarse para prolongar el tiempo de exposición solar a las anteriores. Las personas de piel clara y fototipos

sensibles tienen mayor riesgo de daño solar, por lo que habrán de tomar más precauciones frente al sol.

La infancia y adolescencia son etapas críticas de riesgo por lo que es necesario extremar las medidas de protección solar y educar en la fotoprotección es esencial para evitar cánceres de piel. Las escuelas y las familias tienen un papel clave como transmisores de conocimientos, valores y pautas de conducta.

Por otro lado, evitar por completo la exposición solar no es una actitud saludable, ya que, como explicamos ampliamente en el capítulo II, la radiación es beneficiosa para muchos aspectos de nuestra salud. Aspectos de nuestra salud. La OMS insta a los gobiernos a impulsar políticas.

La OMS insta a los gobiernos a impulsar políticas saludables de fotoprotección en la comunidad para reducir la incidencia y la mortalidad por cáncer de piel. SunSmart es el programa de prevención del cáncer de piel desarrollado por el Cancer Council de Victoria, Australia e implantado desde hace más de 20 años en medios de comunicación, escuelas, lugares de trabajo y espacios de ocio. Este programa de prevención ha logrado reducir la incidencia de melanoma en un 11% en personas de entre 15 a 49 años. Por cada dólar australiano invertido han retornado 2,30 dólares: el ahorro que le supone a las arcas del Estado es muy significativo¹.

4.2 HISTORIA DE LA FOTOPROTECCIÓN

Fue **en los años 20** cuando la fotoprotección se asentó firmemente con la llegada del fenómeno de la moda. La diseñadora francesa Coco Chanel, bronceada, y la afamada cantante parisina de piel oscura Josephine Baker, eran modelos a seguir. Desde entonces, lucir el bronceado está de moda. El primer agente bronceador lo lanzó en Estados Unidos el diseñador y perfumista francés Jean Patou con el nombre de Huile de Chaldée.

En esta época (1927-1943) surgen numerosas lociones bronceadoras, preparadas a base de aceites naturales, como aceite de oliva y almendras.

En 1933 aparece en Alemania el primer agente fotoprotector a base de benzimidazol. Aunque realmente se trataba más bien de ungüentos emolientes que de protectores, ya se percibe una cierta conciencia en la sociedad. Su uso se generalizó, de tal forma que un par de años después, hasta el 75% de las personas en las playas de Florida, en Estados Unidos, usaban algún tipo de preparado para evitar los efectos dañinos del sol. En 1935, el químico francés Eugène Schueller, fundador de L'Oréal y gran amante del deporte de vela, se percató, tras participar en una regata, de la necesidad de proteger la piel de la exposición al sol. De esta manera, Schueller desarrolló un filtro protector de rayos solares UVB, los responsables de las quemaduras solares. Su invento permitía broncear 5 veces más rápido y sin quemaduras, lo que supuso una auténtica revolución.

Más tarde, durante la Segunda Guerra Mundial, comienza a suministrarse aceite de parafina rojo a los aviadores estadounidenses que luchaban en el Pacífico como medida para protegerse de las quemaduras solares. Benjamin Green desarrolla poco después el primer fotoprotector comercializado basado en la parafina, bajo el nombre de basados en 'Coppertone' (que significaba tono cobrizo en referencia al color rojizo de la crema), que se hizo famoso por su cartel publicitario de la niña con el perrito. Es en esta época cuando se descubren los efectos nocivos de la radiación UV-A, y su papel en el envejecimiento prematuro de la piel y en desarrollo del cáncer cutáneo.



Desde los años 50 no han dejado de fabricarse fotoprotectores con nuevos ingredientes, creándose una industria en torno a la fotoprotección cuyo crecimiento ha sido vertiginoso en el último medio siglo. Inicialmente, en los años 80, los protectores solares protegían exclusivamente de la radiación UVB, ya que existía la creencia de que la protección excesiva impedía el bronceado. El desarrollo de filtros para proteger frente a la radiación UVA surge posteriormente, reduciendo de este modo los efectos a largo plazo en capas profundas que produce este tipo de radiación. En 1983, se homologa

por la Unión Europea el primer filtro capaz de absorber la radiación UVA.

En los años 90, aparecen productos novedosos en el mercado de la fotoprotección: los fotoprotectores pediátricos, especialmente formulados para niños, filtros conjuntos para radiación UVA y UVB, los primeros filtros con otras características cosméticas como la hidratación cutánea.... Además en el año 1992 se comercializan los

primeros fotoprotectores de alta protección, con FPS 50+. La industria de la Unión Europea se convierte en líder mundial en los filtros de protección solar UV cuando en los años 90 la legislación cosmética europea reguló su uso. A principios de siglo, la innovación en la industria de la fotoprotección se centra en la creación de nuevas texturas, adaptadas a diferentes actividades y tipos de piel. Surgen entonces formatos en spray, que permiten una aplicación más sencilla, o en textura gel, que consiguen el efecto de segunda piel.

Desde el año 2000, la industria cosmética europea comenzó a trabajar en que se mejorase la información al consumidor sobre el nivel de protección solar de los productos comercializados. Así, en el año 2006 la Comisión Europea, tras una intensa colaboración con la industria, publicó en septiembre su Recomendación (2006/647/EC) **“Relativa a la eficacia de los productos de protección solar y a las declaraciones sobre los mismos”**. Esta iniciativa tenía como objetivo normalizar y simplificar al máximo la forma en que se ensayan y etiquetan los productos de protección solar en toda Europa. En 2009, la industria cosmética europea



(Cosmetics Europe) recomienda que la indicación del cumplimiento de los estándares establecidos de protección frente a la radiación UVA de acuerdo con la Comisión se haga mediante el acrónimo «UVA» impreso en un simple círculo. El desarrollo sigue hasta la actualidad, habiéndose incorporado en los últimos años productos tales como fotoprotectores para cubrir necesidades especiales (pieles muy sensibles, o con problemas como alergias o manchas solares) o para usos polivalentes (protectores con color, hidratantes, etc). El campo sigue en continuo desarrollo, lo que facilita en muchos aspectos conseguir una exposición solar sin riesgos.

4.3 CONCEPTO Y CLASIFICACIÓN DE LA FOTOPROTECCIÓN

El objetivo de la fotoprotección es el de prevenir el daño ocasionado en nuestro organismo por la exposición excesiva a la radiación UV. El concepto de fotoprotección hace referencia a todos aquellos mecanismos y estrategias encaminados a reducir la exposición o a reparar los efectos ocasionados por la radiación UV. Incluiremos en este capítulo:

- Mecanismos y estrategias naturales de fotoprotección, dentro de los cuales contemplamos los siguientes:

1) Recursos provistos por la naturaleza para reducir el impacto de las radiaciones UV (fotoprotección medioambiental). Las estrategias que van encaminadas a la preservación de estos recursos naturales tienen gran impacto en la salud de todos los seres vivos del planeta.

2) Sistemas de protección natural de nuestro organismo frente a las radiaciones UV (fotoprotección intrínseca). Estos mecanismos no son modificables y condicionan la vulnerabilidad de los individuos a las radiaciones del sol. Su conocimiento nos permite identificar a las personas con factores de riesgo.

- Mecanismos y estrategias adicionales de fotoprotección, dentro de lo que se incluyen un conjunto de herramientas creadas por el ser humano y hábitos de vida relacionados con la exposición solar. Estos tienen gran interés porque pueden ser modificados a través de la educación.

4.4 MÉTODOS NATURALES DE FOTOPROTECCIÓN

1. FOTOPROTECCIÓN MEDIOAMBIENTAL

La naturaleza tiene mecanismos naturales de fotoprotección para modular el impacto de la radiación UV en los seres vivos.

A. CAPA DE OZONO

La capa de ozono filtra la mayor parte de la radiación ultravioleta proveniente del sol. El ozono estratosférico filtra la totalidad de la radiación UVC y buena parte de la UVB, pero deja pasar los rayos UVA, los IR y la luz visible, necesarios para la vida en la Tierra. Lamentablemente,

el hombre ha creado algunos productos químicos a base de carbono y halógenos (Cl, Br), conocidos como halocarbonos, sustancias destructoras de ozono (SDO) que producen la destrucción y adelgazamiento de nuestra capa de ozono. Los halocarbonos se encuentran en productos de refrigeración, sistemas de aire acondicionado, aerosoles y espumas sintéticas. El adelgazamiento de la capa de ozono permite que los rayos UVB ultravioleta B entren con mayor intensidad a la tierra y afecten la vida en el planeta (sobre la capa de ozono hay cumplida información en el capítulo I de esta guía)^{2,3}. Este fenómeno se conoce como el agujero de la capa de ozono y fue descubierto en el Polo Sur en 1985.

Desde el descubrimiento del agujero de la capa de ozono, la ONU ha trabajado activamente en la elaboración de

estrategias para reducir la producción y consumo de las sustancias agotadores de ozono (SAO) y recuperar totalmente la capa de ozono. Para ello, en el año 1987 se firmó un acuerdo internacional, el Protocolo de Montreal, cuyo objetivo es la recuperación en los niveles de ozono en una proporción similar a los niveles de referencia de 1980 en la mayor parte del globo². Se espera que esta recuperación se produzca antes de mediados del presente siglo en las latitudes medias y en el Ártico, y algo más tarde para el agujero de ozono antártico. No obstante, las proyecciones de la radiación UV para el año 2100 muestran que, aunque se genere la recuperación del ozono debido a los gases de efecto invernadero, no habrá una disminución de la radiación UV en algunas regiones, como en la tropical, por lo que los cuidados y las recomendaciones frente a la exposición solar son de suma importancia⁴.

B. PLANTAS

La vegetación absorbe en todo el espectro de la radiación solar, especialmente en la zona de la radiación visible, y aprovecha parte de esa energía para la fotosíntesis. La efectividad fotoprotectora de vegetación está en relación directa con la densidad y la altura de las plantas. Las plantas aportan una ventaja adicional: evaporan agua para disminuir su temperatura y hacer frente al calor. En este proceso no solo se refrigeran a sí mismas, sino que también enfrían su entorno. **La vegetación posee una gran capacidad para refrigerar el ambiente:** una haya adulta (fagus silvatica) tiene una potencia de refrigeración de 1.000 megajulios/día.





La creación de áreas verdes en los espacios urbanos constituye una estrategia de fotoprotección inteligente y ecosostenible. Los sistemas de parasoles de diversos materiales utilizados para la protección solar de los edificios resultan caros e ineficaces si la comparamos con el coste y los beneficios de la utilización de trepadoras y árboles caducifolios. Las trepadoras adheridas a la fachada de un edificio permiten reducir la radiación térmica que recibe la superficie al disminuir su temperatura entre 8 y 18 C°. La utilización de especies caducifolias permite recuperar completamente la exposición al sol en invierno, cuando es realmente necesaria. Algunas especies como la parthenocisus tricuspidata son especialmente eficaces en el recubrimiento de muros sin generar un sobrepeso excesivo.

Por último, las plantas son fuente de antioxidantes naturales, fundamentalmente carotenoides y flavonoides. Estas sustancias tienen capacidad fotoprotectora cuando se aplican sobre la piel o se administran vía oral, ya que inhiben la formación de fotoproductos al proteger a las células del daño en el ADN. Su uso en la elaboración de fotoprotectores tópicos y orales está revolucionando la industria de la cosmética dermatológica. Además de reforzar la eficacia de los productos tradicionales, están aportando alternativas más respetuosas con el medio ambiente.

2. FOTOPROTECCIÓN INTRÍNSECA DE LA PIEL

La piel es un órgano complejo cuya principal función es proteger el cuerpo humano de las agresiones externas traumáticas, químicas o físicas. Frente a las radiaciones solares, la piel posee una serie de mecanismos de defensa: físicos, bioquímicos, biológicos e inmunológicos.

A. LA MELANINA

La melanina es el pigmento natural de nuestra piel y la primera línea de defensa frente a las radiaciones UV. La melanina nos confiere el tono natural de nuestra piel y, como ya mencionamos en el capítulo II, es la responsable

del bronceado solar. Estimulados por las radiaciones UV, los melanocitos localizados en la capa basal de la epidermis y en la matriz del folículo piloso sintetizan melanina (ver proceso de creación de la melanina en el apartado 'Fototipo cutáneo' del capítulo Factores de riesgo, capítulo III) (Figura 4.1).

Existen dos tipos de melaninas:

- **Eumelaninas**, de color pardo o negro, que proporcionan las coloraciones oscuras.
- **Feomelaninas**, de color amarillo rojizo debido a su mayor concentración de azufre, que confiere colores claros a la piel.

La eumelanina asegura una mejor protección que la feomelanina por su mayor capacidad de absorción de los rayos UV.

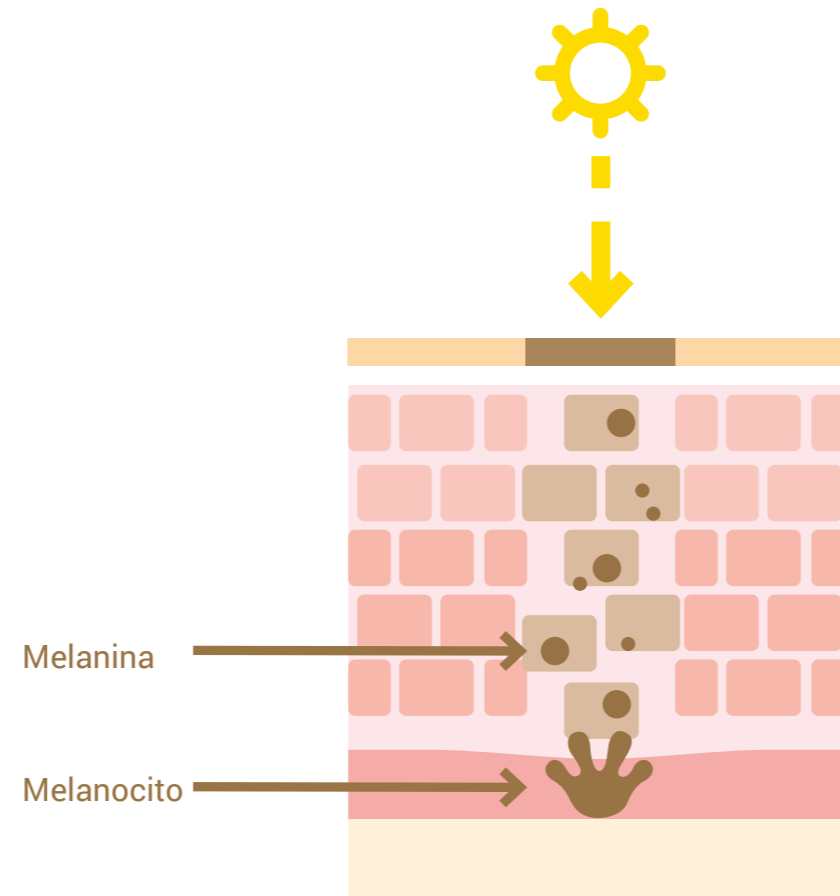


Figura 4.1.
Proceso de creación de la melanina

Color natural: la pigmentación natural de la piel está programada genéticamente para cada individuo. La cantidad y calidad de la melanina producida por el organismo humano determinan el gran espectro de colores y tonalidades que pueden observarse en los seres humanos. Todos tenemos aproximadamente el mismo número de melanocitos, pero las personas con tonos de piel oscura tienen una mayor actividad celular. Sin embargo, su distribución no es homogénea en todo el tegumento: el número de melanocitos es mayor en la cara y en el área genital, y disminuye en el tronco y las extremidades. El número de melanocitos se reduce rápidamente con la edad (aproximadamente un 10% con cada década de la vida) ⁵.

Bronceado solar: la producción de melanina se estimula con la exposición solar y se traduce en el bronceado. La función natural del bronceado es la protección frente al sol. El bronceado es la respuesta cosmética esperada después de la exposición solar, y se trata de una pigmentación adaptativa y un mecanismo de autodefensa de la piel frente a la agresión de la radiación. Existen dos tipos de bronceado: uno inmediato y otro retardado. El primero se inicia a los 30 minutos de la exposición, es debido a los rayos UVA y se atenúa en pocas horas. El bronceado retardado se inicia a los 2-3 días; es debido a los rayos UVB y es más duradero. En cualquier caso, la síntesis de nueva melanina se inicia una vez que se ha dañado el material genético celular, en respuesta a los



fotoproductos que se generan tras la rotura de las cadenas de ADN. El bronceado solar acelera el envejecimiento de la piel con aparición precoz de arrugas y manchas, y el bronceado excesivo puede ocasionar cáncer de piel (ver capítulo III).

En función a la coloración natural de la piel y la capacidad de broncearse, la piel se clasifica en diferentes fototipos. Los fototipos cutáneos determinan la vulnerabilidad de la piel al daño solar y condicionan el riesgo individual de presentar quemaduras solares o cáncer de piel relacionados con la fotoexposición.

Siguiendo la escala de Thomas Fitzpatrick, se consideran 6 fototipos diferentes. Esta categorización se realiza en función del tono de la piel, el color del cabello, la capacidad que tiene para broncearse y su facilidad para sufrir quemaduras solares (ver subapartado 'Fototipo cutáneo', apartado Factores de riesgo, capítulo III).

B. LA CAPA CÓRNEA

La capa córnea es la capa más superficial de la piel (capa inerte). Evita la penetración de la radiación UV a las capas profundas de los queratinocitos (capas vivas). La capacidad de penetración de la radiación UV está directamente relacionada con la longitud de onda. Las UVB, que tiene fotones de menor longitud de onda y mayor energía que las UVA, tiene escasa capacidad de penetración, pero sus efectos son más dañinos. Las células de la epidermis se multiplican mucho más rápido cuando nos exponemos a la radiación solar de manera continua. Esto hace que la piel aumente su grosor en un transcurso de 4 a 7 días. De esta forma se dificulta la penetración y se dispersa hasta un 5% de la radiación ultravioleta que llega a nuestra piel ⁶.

C. SUDOR

El sudor es producido por las glándulas sudoríparas que se encuentran en la piel, en respuesta al aumento de temperatura ocasionado por la radiación solar. Su principal función es regular la temperatura corporal, ya que al entrar en contacto con el aire y evaporarse, disminuyen el calor. Pero además el sudor contiene una sustancia específica, el **ácido urocánico**, que recubre nuestra piel y tiene una función extra como filtro solar por su capacidad de absorber la radiación UV.

D. DEFENSA INMUNOLÓGICA

La defensa inmune frente a las radiaciones UV es específica e involucra a la epidermis por dos mecanismos:

-Células inmunocompetentes: células de Langerhans y queratinocitos.

-Citoquinas: agentes solubles segregados por las células. Las células de Langerhans son las que intervienen directamente en las reacciones inmunológicas y se ubican en el espesor de la epidermis. Las radiaciones UV producen alteraciones morfológicas y funcionales en las células

de Langerhans, reduciendo de este modo la respuesta inflamatoria de la piel ante los antígenos y aumentando la tolerancia inmunológica. Los queratinocitos son las primeras células que entran en contacto con el ambiente y, por tanto, tienen un papel importante en la defensa inmune. Producen citoquinas (factor de crecimiento), mediadores que pueden actuar sobre ellos mismos o sobre las células circundantes.

E. SISTEMAS ANTIOXIDANTES

La radiación solar (en particular la UVA) que recibimos a diario es capaz de inducir la formación de radicales libres en nuestra piel. Los radicales libres son moléculas de oxígeno muy reactivas: generan reacciones de oxidación que dañan las membranas celulares, las proteínas y el ADN celular, y son responsables del envejecimiento prematuro de la piel y de la aparición de cáncer cutáneo. Se calcula que al menos 50% del daño de la piel inducido por luz solar es atribuible a la formación de radicales libres.

Los antioxidantes son moléculas capaces de neutralizar a los radicales libres. La piel cuenta con un sistema de moléculas antioxidantes (como la superóxido dismutasa,

glutatión, ubiquinona o las vitaminas C y E) que ayudan a prevenir y reparan los daños originados por la radiación UV. Ante la presencia de radicales libres, la piel reacciona neutralizándolos mediante la síntesis de sustancias antioxidantes, pero cuando hay un desequilibrio entre la producción de radicales libres y la capacidad del cuerpo para neutralizarlos, se comienza a afectar la estructura de la piel y se provocan daños cutáneos irreversibles ⁷.

F. PELO

El pelo es un gran fotoprotector de la piel frente a todo el respecto de radiación solar. Su capacidad protectora depende tanto de la densidad como del color. De este modo, el pelo negro confiere una fotoprotección mayor que el pelo rubio, y este que el pelo canoso ⁸.

3. FOTOPROTECCIÓN INTRÍNSECA DE LOS OJOS

El ojo humano está constantemente expuesto a la luz solar y a la iluminación artificial. La transmisión de luz a través del ojo es fundamental para sus funciones biológicas únicas de dirigir la visión y el ritmo circadiano y, por lo tanto, la luz absorbida por el ojo debe ser benigna. Sin embargo, la exposición a la intensa radiación ambiental puede representar un peligro.

El ojo humano es exquisitamente sensible a la luz. Por esta

razón, los seres humanos han evolucionado con ciertos rasgos anatómicos, fisiológicos y de comportamiento que protegen este órgano de los rayos ultravioleta cuando estamos al aire libre durante el día.

En la protección a la exposición ocular, son relevantes las características anatómicas y funcionales como el borde orbitario, la nariz, las mejillas, la constricción de la pupila y el entrecerrar los ojos. Protegen el ojo de la luminancia directa y al mismo tiempo de los rayos UV directos ¹⁰.

El ojo es un órgano con forma de esfera ligeramente aplanada de arriba a abajo, cuyas partes principales y más sensibles son:

A. LA CÓRNEA

Es la porción anterior de la túnica externa del ojo, transparente para permitir el paso de los rayos luminosos, y ligeramente abombada, a modo de un vidrio de reloj. Se compone de una serie de capas de carácter epitelial y conjuntivo y carece de vasos, pero posee una rica inervación. La conservación de su forma, integridad, transparencia, etc son de vital importancia para una visión correcta.

B. EL IRIS

es una estructura muscular de disposición circular que actúa como diafragma. Presenta un orificio central que denominamos pupila, por donde pasa la luz.

C. EL CRISTALINO

se describe como un cuerpo lenticular, transparente, biconvexo, situado en la parte anterior del globo ocular, entre la cámara acuosa y la cámara vítrea. La función del cristalino consiste en enfocar los rayos luminosos de manera que formen una imagen perfecta en la retina. El cristalino actúa como una lente. Para esto es preciso que pueda variar su poder de refracción cuando cambia la distancia del objeto.

D. LA RETINA

La retina es un órgano sensorial que forma una unidad embriológica y funcional con el nervio óptico, que llevará la información al cerebro.

Hay tres estructuras oculares críticas que podrían verse afectadas por la exposición a los rayos UV : la córnea, el cristalino y la retina.

Los tejidos que componen el globo ocular poseen una transparencia media en relación a la luz, y esa transparencia es relativa a la longitud de onda. La córnea absorbe la mayor parte de los rayos UVB y, en los adultos, los rayos UV no penetran más allá del nivel del cristalino. Por lo tanto, existen filtros intraoculares que filtran eficazmente diferentes partes del espectro UV y permiten que solo del orden del 1% o menos lleguen a la retina (Figura 4.2.). El cristalino desempeña un papel importante en la protección de la radiación UV, por lo que la cirugía de extracción de catarata, al eliminar ese elemento de la estructura ocular, modifica bruscamente esa condición de protección.

El papel de la radiación ultravioleta en las patologías oculares relacionadas con el estrés oxidativo es menos conocido que su papel en el cáncer de piel. La exposición excesiva a la radiación ultravioleta se asocia con un mayor estrés oxidativo en los tejidos oculares ¹¹.

Los niños son especialmente vulnerables a la radiación UV debido a sus pupilas más grandes y medios oculares más transparentes: hasta el 80% de la exposición de una persona a la radiación UV durante su vida se alcanza antes de los 18 años. Por lo tanto, la protección diaria eficiente de los tejidos sensibles del ojo mediante el uso de gafas de sol, gafas transparentes que bloquean los rayos UV o lentes de contacto deben considerarse desde una edad temprana.

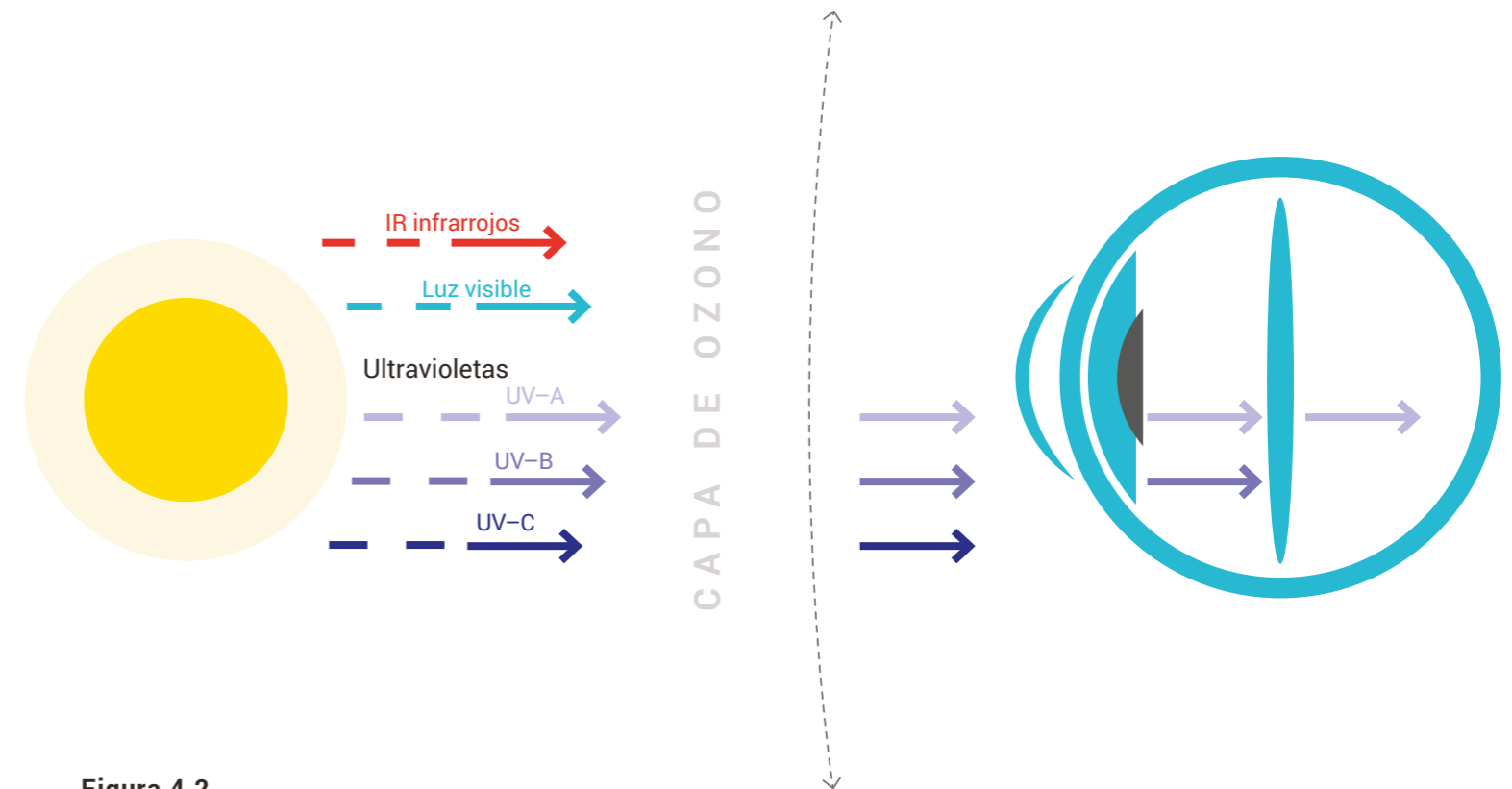


Figura 4.2.
Absorción de la luz solar por el globo ocular.

4.5 ESTRATEGIAS ADICIONALES DE FOTOPROTECCIÓN

1.UVI

El índice ultravioleta (UVI, IUV en inglés) es un indicador que nos señala el nivel de radiación existente en un momento preciso y en una zona concreta, basado en el estándar creado por la Organización Meteorológica Mundial, el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente y la Comisión Internacional para la Protección frente a Radiaciones No Ionizantes. Esta estandarización nos permite tener una escala unificada a nivel mundial, que engloba el UVI desde el valor 0 como mínimo, pero sin llegar a establecer un valor máximo (Figura 4.3) ¹².

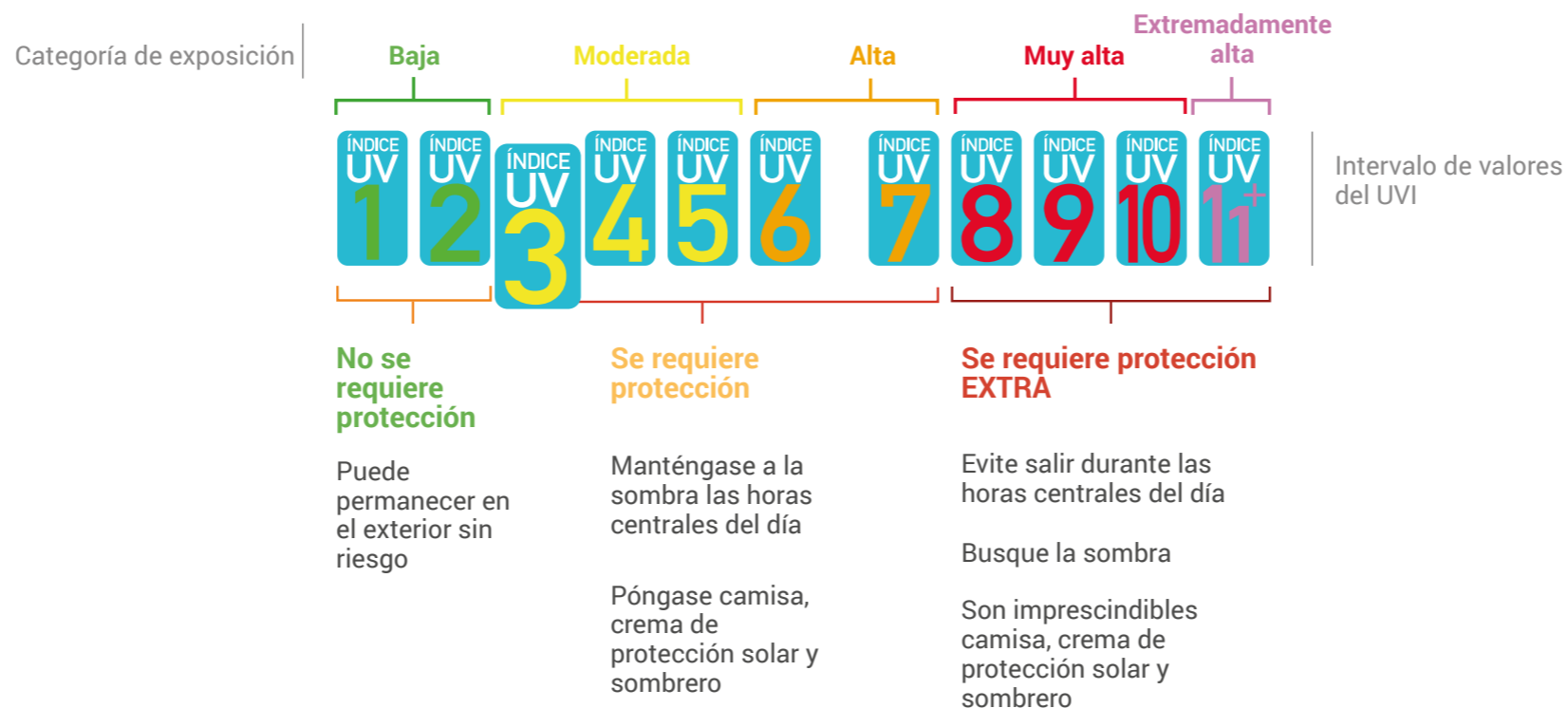
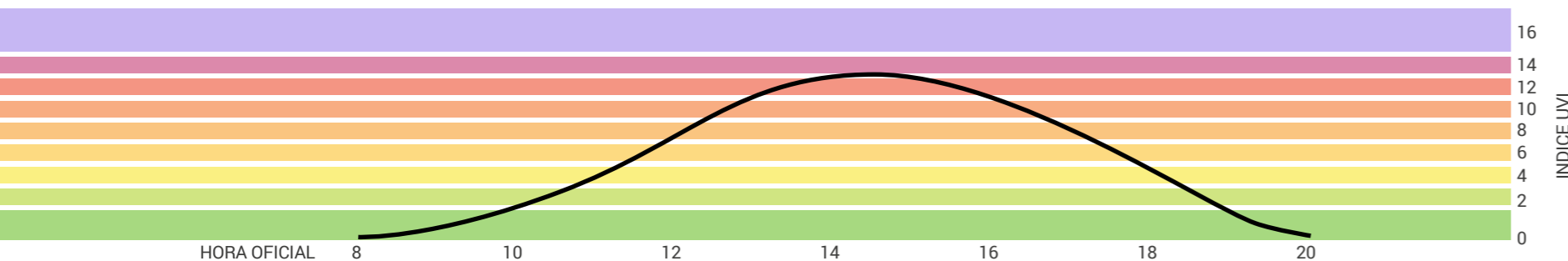


Figura 4.3. Categorías de fotoprotección para los diferentes niveles de índice ultravioleta (UVI)

Gracias a esta gráfica visual podemos identificar claramente las señales de alerta en base al UVI y tomar las medidas de fotoprotección adecuadas en torno a él. En general, las precauciones deben iniciarse cuando el UVI es mayor de 3. No hay que bajar la guardia en los días nublados, y recordar que el agua del mar, la arena de playa y la nieve aumentan el riesgo de sobreexposición, pues reflejan la radiación solar.



2.HORARIOS

Una de las mejores medidas de fotoprotección consiste en evitar exposiciones prolongadas en las horas de mayor irradiación solar, lo que suele ocurrir en torno al mediodía. En las horas centrales del día los rayos de sol inciden más verticalmente sobre la superficie de la Tierra y la relación UVB/UVA es mayor, por lo que incrementa el riesgo de daños (Figura 4.4).

En España, los niveles más altos de UVI se alcanzan en los meses estivales entre las 11.00 a las 17.00 horas (hora local), siempre y cuando factores como la nubosidad,

humedad o el viento no interfieran. En esta franja horaria, el riesgo de daño solar se multiplica. Las personas con fototipos I y II no deberían permanecer al sol más de 20 minutos en este horario; los fototipos III, no más de 30 minutos, y los fototipos IV, no más de 40 minutos¹³. Esta consideración debe tenerse en cuenta a la hora de programar actividades recreativas al aire libre. La programación de los horarios puede resultar en cambio complicada en algunos contextos, como el deportivo o el laboral, por lo que resulta imperativo el empleo de otras medidas de fotoprotección.

3.SOMBRA

El empleo de sombras es una medida eficaz para reducir la intensidad de la radiación solar recibida, siempre que dichas sombras sean de calidad. Esta puede reducir la incidencia de la radiación UV de un 50 a un 95%¹⁴. La creación de sombras con materiales homologados, capaces de filtrar la radiación UV y con un posicionamiento correcto puede reducir la exposición a la radiación a la vez que proporciona espacios frescos y confortables. Se trata de una medida estructural de fotoprotección especialmente indicada para los espacios educativos, deportivos y laborales.

Existen dos tipos de sombras: las naturales y las artificiales. Las **sombras naturales** serán efectivas siempre

y cuando sean frondosas y completas; además ofrecen otro tipo de beneficios, como la oxigenación del aire, el frescor o la mejora de la estética de los paisajes. Por otro lado, las **sombras artificiales** son aquellas estructuras de diferentes materiales elaboradas por el hombre (como edificios, lonas, pérgolas, toldos, cenadores, etc.). Su ventaja es que se pueden adaptar a las necesidades de la zona. Lo ideal es hacer uso de una combinación de ambas para crear espacios sombríos y seguros. En cualquier caso, es necesario tener en cuenta que permanecer a la sombra no proporciona una protección total frente al sol, pues si bien disminuye la proporción de radiación ultravioleta que nos llega directamente, las diferentes superficies naturales (como la arena de la playa, la hierba o la nieve) pueden reflejar la radiación solar, que alcanza así las superficies de sombra.

El uso de sombrillas es una estrategia individual de fotoprotección altamente recomendable. Las sombrillas eran utilizadas en otras épocas como parte del atuendo, y constituían elementos de moda que distinguían a las clases sociales más favorecidas. En la actualidad, también son un hábito común en Asia y Sudamérica. En este caso, la protección que proveen las sombrillas depende de las características del tejido y del diseño. Respecto a las sombrillas de playa, en general ofrecen una protección muy limitada. Recordemos que el agua del mar puede reflejar hasta el 25% de la radiación UV y la arena de la playa, el 15%. De este modo, una persona de piel clara sentada a la sombra puede quemarse en menos de una hora en un día soleado de verano. Por ello, se prefiere optar por estructuras tipo iglú y considerar siempre que sea posible asociar diferentes métodos de fotoprotección.

4. CRISTALES

Existen muchos tipos diferentes de cristales, y **cada uno proporciona diferentes niveles de protección solar**. Los cristales de las ventanas de casa tienen un factor de protección ultravioleta (FPS) de 10. Esto significa que una décima parte (10%) de la radiación UV pasará a través de él y que la ventana absorbe el 90% restante. Este tipo de vidrio proporciona solo una protección moderada contra la radiación UV. Los cristales de las ventanas de los edificios de oficinas tienen un FPS de 50+, lo que significa que menos de 1% de UV pasará a través de él (la ventana absorbe el 99% restante), por lo que son excelentes protectores. Los cristales de las ventanas de los vehículos ofrecen una protección UV variable. Los niveles de radiación UV dentro de un coche varían

dependiendo de si las ventanas laterales están abiertas o cerradas y de la orientación del vehículo con respecto al sol. Los parabrisas laminados están hechos de una capa de plástico resistente pegada entre dos paneles de vidrio y tienen FPS 50+. Sin embargo, el vidrio de la ventana lisa que se usa en los laterales de los automóviles generalmente tiene un FPS 12, lo que proporciona solo una protección moderada a menos que se aplique una película transparente o tintada. Una persona sentada en un automóvil está expuesta a los rayos UV.

Por otro lado, **en cuanto a la cobertura que ofrecen respecto al espectro solar también hay una importante variabilidad**. Los cristales estándares de las ventanas de las casas filtran normalmente la radiación UV por debajo de 320 nm, por lo que no dejan pasar la radiación UVB, pero sí la UVA, la luz visible y los infrarrojos. Por este

motivo no proveen de una adecuada fotoprotección. Se ha postulado incluso que por este motivo el incremento de melanomas en trabajadores de interior podría deberse a una sobreexposición a la radiación UVA junto a un déficit de síntesis de vitamina D ¹⁵. En cuanto a los cristales de los vehículos, los cristales laminados que son el material habitual del que están compuesto los parabrisas, filtran la mayor parte de la radiación UVA. Los cristales tintados bloquean la radiación UVA además de la luz visible y la IR. El estándar de seguridad de vehículos con motor desaconseja cristales que dejen pasar menos del 70% de la luz visible. Para reforzar la protección UVA de los niños, se recomienda instalar en las ventanillas posteriores pantallas tintadas ¹⁶.

5. PRENDAS DE VESTIR

El uso de ropa adecuada es una de las medidas más eficaces y sencillas para protegernos de las radiaciones solares. Para ello no solo deberemos elegir el tipo de prenda adecuada según la superficie del cuerpo que cubran, sino también su composición, lo que les conferirá mayor o menor protección frente a las radiaciones ultravioletas.

En general, los tejidos filtran mejor la radiación UVB que la UVA; sin embargo, no todos ofrecen la misma protección. El FPU, término acuñado por primera vez en Australia en 1996, es el análogo al FPS (o SPF) de las cremas fotoprotectoras. Se determina midiendo la transmisión de UVA y UVB a través del tejido mediante espectrofotómetro, y su valor varía de 15 a más de 50. Un FPU > 15 provee de

una buena fotoprotección, pero para garantizar la óptima protección la Australian/New Zealand Standards y el Comité Europeo de Normalisation recomiendan un FPU > 40, que bloquea más del 97% de la radiación UV¹⁷. Por debajo de 15, un tejido no debe ser etiquetado como fotoprotector. Un FPU superior a 50 no aporta mucho más valor añadido que uno de 40 (Tabla 4.1).

Existen normas tanto en Europa como en EE.UU. para determinar y etiquetar las ropas según su FPU. El que se indica en la etiqueta de cada prenda señala la proporción de radiación ultravioleta que el tejido bloquea; es decir, si en el etiquetado de una prenda nos indican que contiene un FPU de 50, quiere decir que solo 1 de 50 rayos ultravioleta serán los que el tejido deje pasar a nuestra piel.

FPU	% ABSORCIÓN UV	NIVEL DE PROTECCIÓN
10	90,0%	Moderada
15	93,3%	Buena
20	95,0%	Buena
30	96,7%	Muy Buena
40	97,5%	Excelente
50	98,0%	Excelente

Tabla 4.1- Grado de protección y absorción de radiación UV de los tejidos según su factor de protección ultravioleta (FPU).

Existen una serie de factores que pueden afectar al FPU de una prenda^{18,19}:

- **Trama del tejido:** las telas o tejidos de punto apretado tienen agujeros más pequeños entre los hilos; por lo tanto, bloquean más radiación UV que las telas con un tejido más translúcido o poroso. En general, el FPU de la prenda aumenta cuanto menores son los poros y mayores son el peso y el grosor del tejido. Esto no significa que la ropa que utilizemos deba ser ajustada, sino solo su estructura, dado que las prendas de vestir que no se ciñen en exceso al cuerpo proporcionan una mayor protección.

- **Color:** los colores oscuros absorben más radiación UV y bloquean por tanto el paso de las radiaciones antes de que alcancen la piel. Cuanto más oscuro sea el color de la prenda, mayor será la protección frente al daño solar.



•**Humedad:** las prendas húmedas confieren menos protección que las secas. Por ejemplo, la típica camiseta de algodón de verano tiene un FPU de 5-9 si el tejido está seco; sin embargo, si se moja, baja a 3-4.

•**Elasticidad:** las telas más elásticas proporcionan menos protección frente a las radiaciones UV. En este sentido, se prefieren las prendas holgadas a las ajustadas para procurar una mejor protección solar.

•**Tipo de fibra:** la composición del tejido también confiere características diferentes de fotoprotección a la prenda. Así, las fibras sintéticas o semisintéticas (como el poliéster y el rayón) ofrecen la mayor protección solar. Por el contrario, el algodón blanqueado o el crepé ofrecen una menor protección.

•**Estado del tejido:** es necesario revisar el estado de nuestras prendas de vestir, pues aquellas que estén desgastadas, hayan sido muy usadas o tengan mucho tiempo pueden perder su eficacia a la hora de reducir el paso de las radiaciones ultravioletas a nuestra piel. Por el contrario, tejidos como el algodón aumentan su eficacia en fotoprotección con los lavados, ya que encogen ligeramente.

•**Aditivos:** además de la protección que ya nos confiere la ropa, hay prendas que han sido tratadas técnicamente para aumentar su FPU. Este tipo de prendas llevan incorporadas en el tejido micropartículas (como el óxido de titanio o de zinc) que absorben la radiación, del mismo modo que lo hacen los filtros solares. Para potenciar el efecto protector de la ropa se han desarrollado determinados productos. Por ejemplo, CIBA ha lanzado al mercado productos de

elaboración propia. El Cibafast–Cel es un absorbente que aporta un FPU mayor de 40 que se añade al color de la ropa, no produce dermatitis de contacto y resiste a los lavados. El Tinasorb-S, también de CIBA, produce una absorción de radiación UV muy amplia y la ropa queda impregnada durante el lavado. Cuanto mayor es el número de lavados, más protección confiere. Con 30 lavados, produce un FPU mayor de 30. Este producto se vende ya en EE. UU. y en España, y se añade al detergente de la lavadora. En Japón se ha comercializado ropa tratada con ácido ferúlico que absorbe el 98% de radiación UV y tiene una protección añadida frente al *Staphylococcus aureus*.

En términos generales se aconseja el uso de prendas que cubran los brazos, al menos los hombros y las piernas hasta las rodillas; se considera una buena protección un tejido con un FPU>20. En el caso de las personas con pieles fotosensibles, se recomienda el uso de prendas específicamente tratadas con FPU>40, para así bloquear más del 97% de la radiación UV. Los deportistas de exterior y los trabajadores al aire libre que están sometidos a exposiciones solares extremas deben emplear ropa técnica homologada: son recomendables los tejidos transpirables con FPU>50 y con un diseño que cubra parte del cuello, el antebrazo hasta la muñeca y toda la pierna. El uso de prendas de vestir adecuadas constituye una herramienta de fotoprotección clave en los ámbitos laboral y deportivo cuando otras medidas estructurales (como los horarios o las sombras) son menos factibles y algunas estrategias

individuales, como el uso de cremas, presentan una mayor resistencia.

6. SOMBREROS

Dentro de las prendas de vestir, una pieza clave en fotoprotección son los sombreros. La cara y el cuello son las áreas que con más frecuencia se encuentran expuestas al sol, y la localización más frecuente del cáncer cutáneo. El uso de gorros y sombreros es una medida excelente de protección de estas zonas de piel, además de proveer de protección a los ojos (un sombrero puede bloquear hasta el 50% de la radiación solar que recibe el ojo).

El grado de fotoprotección de los sombreros va a depender, al igual que en la vestimenta, de las características del

tejido (que determinarán su FPU), del diseño y en particular, de la presencia o no de un ala ancha. Un ala de más de 7,5 cm de anchura equivale a un FPS de 7 para la nariz, 3 para las mejillas, 5 para el cuello y 2 para mentón. Cuando el ancho de ala baja entre 2,5 y 7,5 cm, estas proporciones igualmente se reducen (FPS de 3 para nariz, 2 para mejillas y cuello, nada para mentón)¹⁷. Por debajo de estas medidas, la protección provista es escasa (FPS de 1,5 para nariz y mínima para cuello y mentón).

En general se recomienda el uso los sombreros tipo explorador con ala ancha (>7,5 cm), como también el

tipo surf con ala corta (>6 cm). Siempre que se pueda, se prefieren los sombreros tipo legionario (provistos de orejeras y faldón posterior), ya que ofrecen una buena fotoprotección en la zona posterior del cuello y pabellones auriculares, zonas de piel frecuentemente afectadas por quemaduras solares y cáncer cutáneo (Figura 4.4). Las gorras de tipo béisbol no son adecuadas para una protección, pues dejan al descubierto las mejillas y el cuello.

Los sombreros deberían formar parte de nuestro atuendo rutinario e incorporarse como prenda esencial al uniforme escolar, equipación deportiva y ropa laboral.

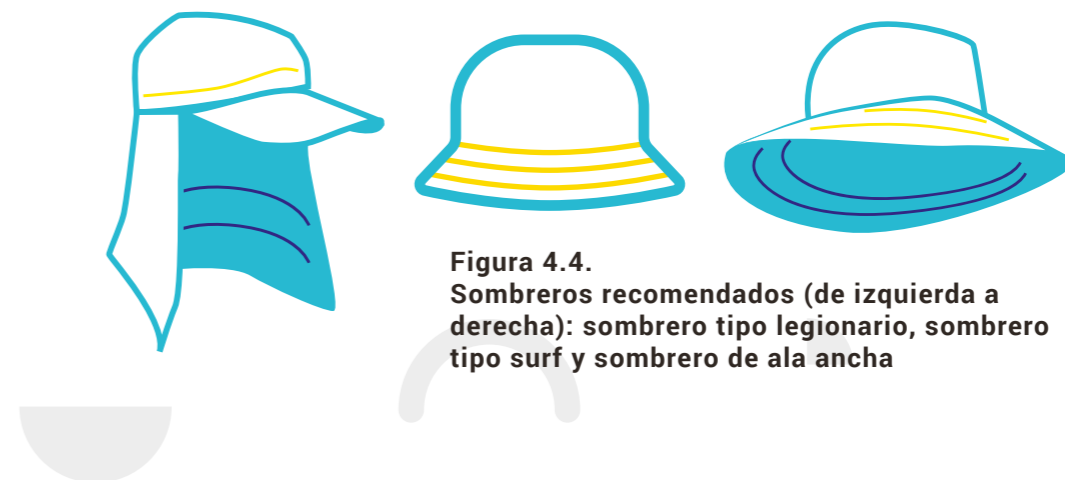


Figura 4.4.
Sombreros recomendados (de izquierda a derecha): sombrero tipo legionario, sombrero tipo surf y sombrero de ala ancha

7.GAFAS DE SOL

Las gafas de sol forman una pantalla capaz de bloquear hasta el 90% de la radiación UV que incide sobre nuestros ojos. Los cristales transparentes absorben principalmente radiación UVB; sin embargo, dejan pasar la mayor parte de la radiación UVA. Por ello, la mejora de los recubrimientos antirreflectantes aumentan considerablemente la reflexión de dicha radiación. Es importante proporcionar un etiquetado fiable del potencial protector de las lentes, para lo que se ha desarrollado un factor de protección ocular-solar (es decir, E-SPF®, marca registrada de Essilor SA, Charenton-le-Pont, Francia). El E-SPF® integra la transmisión UV y la

reflectancia UV de las lentes²⁰. Las lentes de contacto con protección absorben cantidades significativas de radiación ultravioleta, y pueden ofrecer protección adicional. **Las gafas adecuadas deben tener protección de UVA y UVB por encima de 400 nm; se recomienda proteger un 99% de UVA y 95% de UVB.**

La eficacia fotoprotectora de las gafas de sol depende de su tamaño, forma y el material con el que están hechas las lentes. Las principales recomendaciones a la hora de seleccionar unas gafas de sol son las siguientes:

1• Deben ser gafas homologadas, con normativa de Comunidad Europea (CE). La normativa europea clasifica el nivel de protección de las gafas entre 0 y 4. Los niveles

2 y 3 son adecuados para el uso medio. La categoría 4 es la que se debe usar en caso extremo, como deportes de nieve o acuáticos (esta categoría no es adecuada para conducir).

En el etiquetado de las gafas deben estar indicados los siguientes parámetros:

- UV : significa que tiene protección ultravioleta.
- Sello CE: indica que cumple la normativa europea de fotoprotección visual.
- Número de filtro en función del grado de filtración de la luz visible. Va desde el 20% del filtro 0 hasta el 92-98% de las de filtro 4.

Los filtros pueden ser:

- **Filtro 0:** solo utilidad estética. Son lentes claras.
- **Filtro 1:** para paseo y conducción diurna. Lentes ligeramente coloreadas.
- **Filtro 2:** para deporte y paseo. Lentes medianamente coloreadas.
- **Filtro 3:** para playa/montaña, deportes acuáticos. Lente oscura.
- **Filtro 4:** esquí/alta montaña. Lente muy oscura.

Hay 4 tipos de filtros solares oculares: filtros coloreados o tintados, fotocromáticos, espejados y polarizados. En esta tabla se muestran las ventajas e indicaciones de los filtros coloreados:

FILTROS COLOREADOS	VENTAJAS	INDICACIONES
MARRÓN	Mejora los contrastes	Deportes de invierno, tenis, miopía
GRIS	No altera la visión de los colores	Conducción y zonas calurosas
VERDE	Altera poco a visión de los colores	Para todos los usos, deportes náuticos y de invierno. Hipermetropía
AMARILLO	Mejora los contrastes	Conducción nocturna
NARANJA	Filtro eficiente para la luz azul	No apto para uso solar, solo conducción nocturna o con niebla

Tabla 4.2.
Características de los filtros coloreados.

2•Es importante que protejan en todas las direcciones y tengan un diseño envolvente, que cubran todo el globo ocular y parte de los pómulos. Una vez puestas, han de ajustarse de forma adecuada para cumplir así su función. La montura de la gafa debe ajustarse correctamente a la cara, de buen tamaño, centradas y pegadas a la frente. Deben estar próximas al globo ocular y con protección lateral.

La eficacia de la protección de las gafas de sol depende muchísimo de la geometría, la posición de uso, la posición de la cabeza y las condiciones de exposición. Las gafas de sol no bloquean totalmente los rayos UV y deben combinarse con medios de protección adicionales ⁹.

3•Se recomienda que sean resistentes para evitar la aparición de roturas, arañazos, estrías o burbujas, que serán nocivas para nuestra vista.

Las gafas pueden estar fabricadas de material orgánico o mineral. Las gafas orgánicas serán más ligeras y con menor riesgo de rotura. Tienen buena absorción de luz UV, pero son menos estables al calor, por lo que no deben dejarse expuestas al sol. En el caso de las lentes minerales, tienen mayor resistencia al sol. Se pueden romper con un impacto, pero pueden ser sometidas a tratamiento endurecedor.

4•La montura no debe ser metálica si se van a usar para actividades deportivas, ya que tienen riesgo de presentar bordes o piezas cortantes. **Las monturas de acetato de celulosa son las más recomendables**, por ser resistentes e hipoalergénicas.



El uso de un tipo de gafa solar que no cumpla con todas estas características no solo no nos protegerá, sino que provocará graves daños oculares si nos exponemos a las radiaciones UV con ellas ²¹.

Es importante no olvidar que en los días nublados hay de un 20 a un 40% de radiación ultravioleta. A mayor altitud mayor es la radiación, por lo que se debe usar protección ocular. Además, hay grupos de riesgo en los que la fotoexposición solar deberá ser aún más restringida:

- Personas que sufren de cataratas, pinguécula (degeneración hialina del tejido conjuntivo y las fibras elásticas), pterigium (engrosamiento de la conjuntiva que dificulta la visión), degeneración macular, problemas corneales, retinopatías solares inducidas por UV, queratitis, retinitis pigmentaria, albinismo, etc.
- Pacientes que tomen medicamentos fotosensibilizantes.
- Personas que pasan mucho tiempo al sol.
- Trabajadores expuestos a radiaciones UV por razones laborales.
- Personas que practican actividades de ocio al aire libre.

8.CREMAS SOLARES

Una medida de fotoprotección ampliamente conocida es el uso de cremas solares. Los fotoprotectores son sustancias que absorben, reflejan o dispersan la radiación ultravioleta evitando que esta penetre en la piel. Según su composición, los fotoprotectores tópicos se clasifican a su vez en: químicos (u orgánicos), físicos (o inorgánicos) y biológicos.

•**Los fotoprotectores químicos (orgánicos)** son sustancias que penetran en la piel y allí absorben la radiación ultravioleta, la inactivan y evitan así el daño cutáneo. Son incoloros y los más aceptados por su buena cosmética, pero tienen mayor riesgo de causar intolerancia cutánea.

•**Los fotoprotectores físicos (inorgánicos)** son polvos inertes de origen mineral que actúan como barreras físicas y que reflejan y dispersan las radiaciones, aunque también

absorben cierta proporción de la radiación que reciben. Son los más seguros y eficaces. Su principal desventaja es su mala cosmética, pues dan a la piel un aspecto blanquecino y ensucian la ropa. En la actualidad se emplean micronizados o combinados con pigmentos absorbentes (su apariencia es más transparente).

•**Los fotoprotectores biológicos (inmunoprotectores)** son compuestos antioxidantes que contrarrestan los daños causados en la piel por las radiaciones del sol. Actúan barriendo los radicales libres producidos como consecuencia del estrés fotooxidativo. Su incorporación a los fotoprotectores aumenta su eficacia y seguridad. Otra ventaja añadida es que son sustancias naturales y que su mecanismo fotoprotector no interfiere con la vitamina D ²².

En la actualidad, la mayor parte de los fotoprotectores comercializados incluyen mezclas de fotoprotectores físicos, químicos y biológicos, para proporcionar una mayor seguridad y eficacia en el producto.

¿Cómo se mide la capacidad fotoprotectora de una crema?

Del mismo modo que con las prendas de vestir, la capacidad de una crema fotoprotectora se mide por diferentes valores numéricos. El método más extendido para medir la eficacia de un fotoprotector es el FPS, que da una idea del tiempo que podemos exponernos al sol sin sufrir una quemadura solar. Cuanto más alto es el FPS, más alta es la protección frente a la radiación UVB. El Factor de Protección Solar se calcula como el cociente entre la dosis eritematosa mínima (DEM) de la piel con fotoprotector (2mg/cm² de producto), y la DEM de la piel sin fotoprotector ²³.

$$\text{FPS} = \frac{\text{DEM zona protegida}}{\text{DEM zona sin protección}}$$

La DEM se define como la cantidad mínima de radiación UVB necesaria para producir un eritema o rojez en la piel. Aplicándolo a la práctica, si la piel puede estar expuesta al sol durante 10 minutos sin enrojecerse, un FPS 15 protegería durante aproximadamente 2 horas y media, es decir, 15 minutos x 10= 150 minutos; con un FPS 30 estaríamos protegidos 5 horas (es decir, 30 minutos x 10), y con un FPS 50, 8 horas (50 x10). La clasificación de los fotoprotectores según el FPS en la Unión Europea se realiza mediante el método COLIPA, que se basa en test biológicos realizados en laboratorio con voluntarios humanos. Este método va a determinar cómo deben etiquetarse los fotoprotectores según el FPS (SPF en inglés) del siguiente modo:

CATEGORÍA DE PROTECCIÓN	SPF
Baja	6 - 8 - 10
Media	15 - 20 - 25
Alta	30 - 50
Muy alta	50+

Tomada de F. Gomez y JC. Moreno

Por otro lado, para determinar la capacidad de protección frente a radiación UVA se emplean diferentes test de laboratorio. Los métodos in vivo se rigen por el mismo método que la determinación del FPS, pero en estos ensayos no se mide el enrojecimiento de la piel, sino su bronceado, que se produce tras la irradiación con lámparas de UVA artificial: como en el **test IPD** (Immediate Pigment Darkening o bronceado inmediato) o en **el PPD** (Persistent Pigment Darkening o bronceado duradero). Entre los métodos in vitro destaca la determinación de la longitud de

onda crítica, que nos indica que el fotoprotector absorbe el 90% de la radiación recibida por debajo de una longitud de onda determinada. Sin embargo, en Europa no es necesario especificar el valor de la protección frente a la radiación UVA (en términos de resultados del test IPD/PPD), sino que únicamente aparecerá un símbolo UVA incluido en un círculo siempre que la protección ofrecida frente a la radiación UVA represente al menos un tercio del FPS del producto (Figura 4.6).

Figura 4.6. Símbolo que indica que el producto ofrece protección frente a la radiación UVA siguiendo las recomendaciones de la Comisión Europea.



¿Cómo elegir el fotoprotector adecuado?

Son muchas las variables a la hora de seleccionar la crema de fotoprotección más adecuada para cada persona, si bien podemos guiarnos por los siguientes consejos:

- Se recomienda emplear **cremas solares de amplio espectro**: de esta forma se protege la piel del daño solar de la forma más completa. Los protectores solares con esta etiqueta brindan protección tanto contra rayos UVA como los UVB. No obstante, fotoprotectores de última generación comienzan a presentar capacidad para bloquear radiación IR, la luz visible e incluso la luz azul (la que emiten también los dispositivos electrónicos), para así ofrecer una mayor protección.

Se aconseja un **FPS al menos de 30**: conseguiremos de esta forma que se filtre aproximadamente el 97% de la radiación UVB recibida. En pacientes con fotosensibilidad o patologías inducidas por el sol se deben emplear filtros con FPS50+.

- Es aconsejable emplear **fotoprotectores resistentes al agua y al sudor**, para asegurar la máxima permanencia posible en la piel a pesar de las actividades que realicemos. Así, los productos etiquetados como resistentes al agua (**water resistant**) mantienen su FPS tras 40 minutos en el agua, mientras que el muy resistente (**waterproof**) pueden mantenerlo hasta 80 minutos.
- A la hora de **elegir el tipo el vehículo del producto solar** se recomienda hacerlo en función del tipo de piel y la zona en la que se va aplicar. Actualmente, los fotoprotectores se presentan en diversos vehículos, que irán determinados por el tipo de excipiente que contengan. En general, los más

líquidos, como las lociones o aerosoles, presentan una más fácil aplicación, pero menos permanencia y cobertura en la piel. Por el contrario, las cremas resultan más untuosas y en ocasiones incómodas de aplicar, pero ofrecen mayor permanencia en la piel y resistencia al agua y al sudor. De forma específica, para pieles grasas o zonas pilosas suelen preferirse excipientes más ligeros como el gel-crema, los sprays o fluidos. Por el contrario, en pieles secas el excipiente que mejor se adapta es la crema.

- En personas con intolerancias o en niños, especialmente en menores de 3 años, es aconsejable **emplear filtros inorgánicos (físicos)**, con menor absorción a través de la piel, para evitar reacciones cutáneas alérgicas.

¿Cómo usar correctamente el fotoprotector?

Para conseguir una mayor cobertura y efectividad con el uso del fotoprotector, es recomendable seguir unas sencillas normas ²⁴.

- **Aplicarlo antes de salir de casa**: se recomienda aplicar el fotoprotector 15-30 minutos antes de la exposición solar, para asegurarse la completa absorción del mismo.
- **Emplear una cantidad generosa**: antes de aplicar el fotoprotector es recomendable agitarlo, y emplear una cantidad adecuada. La dosis de fotoprotector recomendada es de 2 mg por cm² de superficie corporal, lo que equivale en el adulto de talla media a la medida de una palma completa de la mano (equivalente a 6 cucharadas

de café) y a media palma para un niño promedio. Si se emplea una cantidad menor de fotoprotector, el factor de protección solar que proporciona la crema solar será mucho menor de lo que aparece recogido en el envase.

• **Extenderlo de manera uniforme:** es importante realizar una aplicación homogénea por todas las superficies expuestas y extremar las precauciones en las zonas del cuerpo más sensibles. Los pies y las orejas suelen ser los grandes olvidados. Los labios pueden protegerse mediante el uso de bálsamos labiales fotoprotectores.

• **Reaplicarlo con frecuencia:** se recomienda reaplicar el fotoprotector cada 2 horas en exposiciones prolongadas ya que, aun empleándolo en las cantidades recomendadas, este pierde eficacia al absorber la radiación, y al ser arrastrado por el sudor y el roce. Asimismo se recomienda aplicarlo de nuevo tras el baño, ejercicio o sudoración intensa, ya que las gotas de agua o sudor pueden disminuir las propiedades de los fotoprotectores.

9.FOTOPROTECTORES ORALES

Si queremos obtener una protección más completa es importante actuar también desde el interior y facilitar al organismo un aporte suficiente en sustancias antioxidantes para ayudar a prevenir o reparar el daño oxidativo ocasionado por la exposición a la radiación UV.

La ventaja que aporta la fotoprotección oral es doble. Además de ayudar a prevenir o eliminar la producción de radicales libres generados en nuestro organismo por el estrés oxidativo inducido por la exposición a las radiaciones UV, los antioxidantes orales ayudan a cubrir las deficiencias de la fotoprotección tópica. Tengamos en cuenta que las cremas solares frecuentemente no se aplican en las cantidades apropiadas, y a menudo no se extienden de forma homogénea

por todo el tegumento, por lo que algunas zonas quedan desprotegidas.

En cuanto a los productos farmacéuticos que se emplean como fotoprotectores orales estos contienen básicamente dos tipos de sustancias:

-**Sustancias antioxidantes**, capaces de neutralizar y eliminar los radicales libres de oxígeno generados después de una exposición solar excesiva. Los principales antioxidantes son compuestos como la vitamina C, vitamina E, vitamina A, catequinas del té verde o el Polypodium leucotomos (fernblock).

-**Carotenoides**, pigmentos que dan el color naranja, amarillo y rojo a frutas y verduras. Favorecen el correcto funcionamiento

del sistema inmunológico, tienen propiedades antioxidantes y favorecen la pigmentación de la piel. Los principales carotenoides son el β -Caroteno, los licopenos, la luteína y la zeaxantina.

Este tipo de fotoprotección oral puede ser de gran ayuda en grupos de población con especial riesgo, como pueden ser las personas con pieles sensibles al sol o con diversas enfermedades cutáneas, como erupción solar polimorfa, hiperpigmentación tipo melasma, síndrome del nevus displásico o vitiligo, entre otras. No obstante, conviene recalcar que la fotoprotección oral nunca sustituye a los fotoprotectores de aplicación tópica, sino que los complementa y se alcanza así una protección solar más profunda e integral.

10. ALIMENTACIÓN

Una dieta sana y equilibrada, que proporcione los elementos antioxidantes apropiados en cantidad y variedad suficiente para amortiguar los efectos fotooxidativos ocasionados por la radiación UV, **es un aliado perfecto para una fotoprotección eficaz**. La dieta mediterránea es un paradigma de alimentación fotosaludable.

Algunos de los nutrientes que podemos encontrar en los alimentos con función antioxidante y fotoprotectora son los siguientes:

-Vitamina E: una de las consecuencias que las radiaciones UV tienen sobre nuestro organismo es la disminución de la vitamina E. Pero a través de fuentes naturales de alimentación, como son el aceite vegetal y de girasol, frutos secos y productos lácteos, podemos aumentar su cantidad en nuestro organismo. Estudios científicos han demostrado que la vitamina E tiene entre sus propiedades la capacidad de

inactivar los radicales libres, de modo que, aplicada sobre la piel o tras su ingesta, podemos reducir el daño solar, disminuir el fotoenvejecimiento, mejorar la apariencia y textura de la piel y disminuir arrugas y líneas de expresión.

-Vitamina C: esta vitamina contiene un potente efecto antioxidante que evita que se produzca una acumulación de radicales libres. Otro de sus beneficios es que interviene en la formación de colágeno, lo cual nos ayudará a fotoprotegernos, dado que la exposición a las radiaciones UV reduce la producción de esta proteína, que resulta primordial para dar elasticidad y firmeza a la piel, y protegerla así de agresiones externas. A través de la ingesta de alimentos ricos en vitamina C, como las frutas (en especial las frutas cítricas) y verduras (además de la coliflor se ha de destacar a las verduras de hojas verdes en este propósito), conseguiremos ayudar a nuestra piel a recuperar su efecto protector frente a las radiaciones ultravioletas, reactivar los mecanismos antioxidantes, equilibrar la respuesta inflamatoria de nuestro organismo y su actividad apoptótica.

-Betacarotenos: son nutrientes precursores de la vitamina A que ayudan a proteger a nuestra piel de la radiación UV y mantenerla sana, dado que absorben gran parte de las radiaciones UV gracias al aporte de carotenoides que hacen a nuestro sistema, lo que evita la formación de radicales libres. Podemos obtener este nutriente de verduras y hortalizas como los pimientos, calabazas o zanahorias, y de frutas como el albaricoque, melocotón o papaya.

-Coenzima Q10: es un nutriente que contiene nuestra piel, rico en antioxidantes. Sin embargo, la coenzima Q10 es muy vulnerable a las radiaciones UV, por lo que una exposición prolongada a estas hace que corra el riesgo de degradarse. Por ello es importante tomar alimentos que sean ricos en Q10 como el marisco, pescado, nueces o espinacas, para aportar de nuevo la protección que nuestra piel necesita.



-Resveratrol: consiste en un polifenol que protege al organismo dado que impide que se produzca una oxidación del tejido celular, al tiempo que nos protege de los radicales libres y evita que surjan quemaduras solares, manchas en el tejido cutáneo o aparición de arrugas. Las uvas y moras son ricas en resveratrol.

-Catequinas y polifenoles: son sustancias que nuevamente reducen la aparición de radicales libres, con lo cual nos benefician al reducir el envejecimiento de nuestra piel y minimizan los daños producidos por las radiaciones UV al absorber parte de estas. Podemos encontrar estas sustancias en alimentos como los melocotones, albaricoques o el té.

11.HIDRATACIÓN

En circunstancias normales, perdemos en torno a 2 litros y medio de agua al día por la sudoración, respiración, etc. Esta cantidad puede incrementarse con altas temperaturas. Por ello, en situaciones de calor, debemos beber más agua durante todo el día, de forma constante y sin esperar a tener sed, ya que esta sensación es ya un síntoma de alerta de nuestro organismo para indicarnos que la deshidratación ha comenzado.

El golpe de calor es el incremento de la temperatura corporal como consecuencia de una exposición prolongada al sol, a altas temperaturas o a la realización de un esfuerzo físico

intenso en ambientes calurosos, muy húmedos o con poca ventilación (ver "Golpe de calor", capítulo II). Ante estas situaciones, el cuerpo sufre importantes pérdidas de agua y tiene dificultades para regular su temperatura por los mecanismos habituales como la sudoración y se produce, como consecuencia, un aumento de la temperatura corporal. Cuando el cuerpo alcanza una temperatura de más de 40 °C (durante periodos de 10 o 15 minutos) estos mecanismos reguladores del calor quedan superados y entran en shock: llega entonces el temido golpe de calor.

En España es frecuente que estos episodios ocurran en los meses de junio, julio y agosto cuando se superan los 40 °C de temperatura. Los golpes de calor son más

frecuentes al comienzo de una ola de calor y se dan en las primeras 24 o 48 horas. Esto se debe a que el cuerpo aún no ha puesto en marcha los mecanismos de aclimatación. La aparición de un golpe de calor es más frecuente en personas con factores de riesgo (edad, sexo, intensidad y duración de las actividades físicas que realicemos, altas temperaturas y humedad ambiental, así como la tasa de sudor individual de cada persona); no obstante, además de la presencia de estos factores, el riesgo individual varía ya que la temperatura corporal es variable de un sujeto a otro. Todos estos factores condicionan la cantidad de agua que deberíamos beber diariamente, hasta el punto de llegar a incrementarse entre dos y seis veces la necesidad hídrica diaria de nuestro organismo.

4.6 PERSONAS DE ALTO RIESGO

No todas las personas tenemos la misma sensibilidad a los efectos de las radiaciones solares. Conocer los factores individuales de vulnerabilidad frente a las radiaciones UV es clave para aplicar las precauciones adecuadas frente al sol y prevenir el daño solar.

•**Infancia:** los niños pequeños son especialmente vulnerables a los efectos de las radiaciones solares. Debido a la inmadurez de sus glándulas sudoríparas, su capacidad de transpirar está limitada, por lo que son más propensos a sufrir golpes de calor. La piel infantil tiene una capa córnea más delgada y menos pigmentada que la del adulto; por ello, filtra menos radiación UV. Además, el sudor contiene una menor cantidad de ácido urocánico, un fotoprotector natural de la piel. En la adolescencia, el riesgo de quemadura solar se multiplica debido a las conductas inapropiadas relacionadas con la exposición a las radiaciones UV. La importancia de las quemaduras solares en la infancia es el riesgo potencial que conllevan de desarrollo de cáncer de piel para el resto

de la vida. Tan solo una quemadura solar en estas etapas precoces duplica el riesgo de melanoma en la vida adulta. Los niños también corren mayor riesgo de sufrir daños oculares con la exposición solar debido a la mayor transparencia de su cristalino, que filtra menos radiaciones UV. Por todo ello es necesario extremar las medidas de protección solar en la infancia. Durante el primer año de vida, los bebés no deben ser expuestos directamente a las radiaciones solares.

•**Fototipo cutáneo:** como se ha explicado anteriormente, existen seis fototipos. Cada uno de ellos tiene un tiempo de quemadura solar distinto en las mismas condiciones de fotoexposición. Los cuidados en fotoprotección deben

ajustarse por tanto a cada fototipo cutáneo. Los fototipos I, II y III requieren medidas más estrictas de protección que los fototipos IV, V y VI. Una fotoprotección excesiva puede limitar la síntesis de vitamina D en personas con pieles oscuras.

•**Condiciones genéticas:** algunas personas tienen trastornos genéticos que les impide defenderse normalmente de la radiación UV, por lo que acusan de forma más intensa los efectos nocivos del sol y requieren medidas rigurosas de fotoprotección. Entre ellas se encuentra el albinismo, un trastorno ocasionado por la mutación de varios genes que produce una reducción o ausencia total del pigmento melánico de ojos, piel y pelo. Otro ejemplo es el xeroderma pigmentoso, una enfermedad hereditaria que afecta al sistema de reparación del ADN celular, de modo el daño producido por la radiación UV en el material genético

no puede ser reparado y se facilita el proceso de cancerización.

•**Fotodermatosis:** conjunto de afecciones de la piel que cursan con una respuesta anómala a luz solar. Popularmente se conocen con el término de «alergia solar», y engloba una lista de enfermedades de origen diferente como la urticaria solar, la erupción lumínica polimorfa, el lupus eritematoso, la dermatomiositis, la rosácea, la porfiria cutánea o la pelagra, entre otros. Estos pacientes requieren, además de su tratamiento médico específico, unas medidas rigurosas de fotoprotección para reducir los síntomas de su enfermedad. Algunos medicamentos también pueden causar fotosensibilidad patológica (lo explicamos más adelante).



•**Estados de inmunosupresión:** las personas que sufren estados prolongados de inmunosupresión, como por ejemplo los pacientes trasplantados, en tratamiento inmunosupresor o los pacientes oncológicos en régimen de quimioterapia, tienen mermados sus mecanismos naturales de defensa frente a la radiación UV, por lo que son más vulnerables a los efectos nocivos para la salud. Por ello, es fundamental que estos enfermos incorporen a su rutina unos hábitos adecuados de fotoprotección y elijan los productos más adecuados.

•**Trabajadores al aire libre:** pasan numerosas horas expuestos al sol en horarios de máxima irradiación, desprovistos de sombras y otros métodos de fotoprotección. En algunas profesiones, están además en contacto con plantas y productos químicos fotosensibilizantes. Los trabajadores

deben emplear medidas adecuadas de protección solar durante su jornada laboral. Las organizaciones y las empresas deben involucrarse en la prevención de riesgos para la salud de los trabajadores salud y adoptar políticas y normas de fotoprotección laboral.

•**Deportistas profesionales:** están sometidos a un importante estrés oxidativo y tienen mermados sus sistemas naturales de defensa frente a la radiación UV. Las prácticas deportivas al aire libre conllevan un estrés añadido, en algunas ocasiones en condiciones extremas de fotoexposición, como ocurre con los deportes acuáticos, los de montaña o de nieve. Los deportistas deben aprender a protegerse del sol y emplear las medidas apropiadas a su práctica deportiva.



4.7 SITUACIONES DE ALTO RIESGO

Algunos entornos comportan un mayor riesgo de fotoexposición que otros, por lo que es conveniente saberlo para tener en cuenta precauciones adicionales que eviten el daño solar.

-Regiones próximas al ecuador. en estas zonas los rayos del sol inciden más verticalmente, el nivel de irradiación solar es más elevado y el riesgo de daño solar se incrementa. Es recomendable consultar el UVI local cuando se realizan viajes turísticos a estas regiones y adoptar las medidas apropiadas de protección solar.

-Playa: constituye también un escenario de elevada irradiación solar. Normalmente desprovista de vegetación, la cantidad de radiación solar directa que se puede llegar a recibir con un cielo despejado es muy elevada. A la radiación reflejada por la espuma del mar (25-30%) se une la de la arena (15-18% si es la arena seca y 7-8% si es arena mojada). El turismo de sol y playa es por tanto una actividad

de riesgo para la salud, ya que se desarrolla en los meses más soleados, e involucra tanto a los bañistas como a los trabajadores de playa.

-Mar, lagos y piscinas: el agua es una superficie reflectante. La radiación reflejada por el agua salada del mar abierto es del 8%, y del 25-30% si se trata de la espuma de mar. El agua dulce refleja 3-4% de la radiación UV. Las prácticas recreativas, laborales y deportivas que se desarrollen en entornos acuáticos comportan un riesgo elevado de daño solar si no se emplean las medidas apropiadas de protección solar.



Nieve 40-90%



Arena 5-25%



Campo 1-4%



Agua 10-30%

-Montaña: es otro de los entornos de alto riesgo de daño solar. A mayor altura, la atmósfera es más delgada y absorbe menos radiación UV. Por cada 1.000 metros de altitud se incrementa en un 15% la intensidad de la radiación UV. La presencia de nieve es un factor agravante, ya que la nieve refleja entre el 50 y el 88% de la radiación UV dependiendo de su antigüedad. Las personas que practican deportes de montaña y nieve y las personas que trabajan en las alturas y en estaciones de esquí son más propensos a padecer enfermedades relacionadas con las radiaciones UV.

-Nubosidad: la presencia de nubes se comporta como un factor ambiental de riesgo de daño solar. Más del 90% de la radiación UV penetra a través de ellas. A la reducción de la sensación térmica y lumínica que provocan las nubes al filtrar los rayos infrarrojos y la luz visible se suma el incremento de radiación difusa.

4.8 LAMPARAS UV

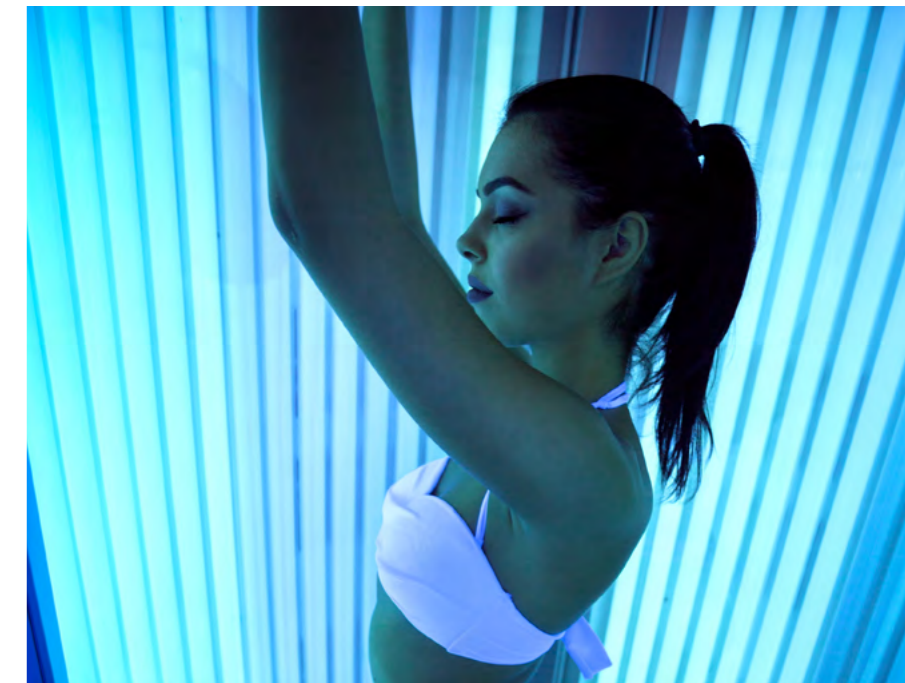
Las camas solares, las lámparas y las cabinas de bronceado emiten niveles nocivos de radiación ultravioleta, principalmente UVA y en menor medida UVB. La intensidad de la radiación emitida por estas lámparas es muy superior a la de la radiación solar, mucho más concentrada y, por ello, mucho más perjudicial.

Se ha comprobado que las camas solares entrañan un riesgo específico de causar melanoma cutáneo y ocular, así como otros tipos de cáncer cutáneo, con independencia del tipo de piel y la exposición solar. Se estima que el uso de las camas solares es responsable de más de 450.000 casos de cáncer de piel no melanoma y más de 10.000 melanomas en los Estados Unidos de América, Europa y Australia. Estos aparatos también ocasionan un envejecimiento

prematureo de la piel, quemaduras solares, daños oculares e inmunodepresión. Los estudios indican que el uso de una cama solar al menos una vez en la vida aumenta un 20% el riesgo de padecer melanoma y que este incremento es de un 59% cuando se utiliza por primera vez antes de los 35 años²⁵. Es por ello que la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) ha elevado al nivel de riesgo máximo este tipo de tecnología y la OMS recomienda evitar su uso, especialmente en menores de 35 años^{25,26}. Sin embargo, hasta la fecha, no existe en nuestro país ningún tipo de restricción legal en torno a ello.

El Ministerio de Sanidad y Consumo del Gobierno de España elaboró una regulación del uso de aparatos de bronceado UV, a través del Real Decreto 1002/2002 de 27 de septiembre de

2002, (B.O.E, nº 243, de 10 de octubre de 2002). Resumimos los principales puntos: 1) no se podrán recibir radiaciones UV en centros de bronceado o con aparatos domésticos, con una irradiación efectiva superior a $0,30 \text{ W/m}^2$ y longitud de onda por debajo de 295 nm; 2) queda prohibida su utilización por usuarios menores de 18 años; 3) estos aparatos deben manejarlos personal con preparación adecuada y someterse a inspección de funcionamiento regulada por las comunidades autónomas. El problema fundamental de las fuentes artificiales es que están diseñadas para emitir un espectro de radiación UVA, para lo cual emplean filtros que con el uso y paso del tiempo se agotan, por lo que dejan pasar otras radiaciones, generalmente UVB, que modifican el espectro de emisión, fenómeno que se conoce como contaminación. Esto exige vigilancia periódica y sustitución de las lámparas.



4.9 MEDICAMENTOS Y OTROS FOTOSENSIBILIZANTES

La fotosensibilidad causada por medicamentos se produce cuando un fármaco es capaz de absorber la radiación del sol. Estos medicamentos, ya sea porque los aplicamos sobre la piel o porque los tomamos por vía oral, hacen que cuando nos exponemos a la luz nos aparezcan erupciones dérmicas. La fotosensibilidad puede variar de una persona a otra en función del metabolismo, el grado de pigmentación de la piel y la variabilidad genética, y también según el medicamento y la dosis utilizados.

Numerosos fármacos pueden causar fotosensibilidad y es muy importante consultar siempre al farmacéutico o al médico para estar correctamente informado de este efecto adverso y de las medidas que se deben tomar para evitarlo. Muchos de los medicamentos fotosensibilizantes son de uso común, en especial entre los enfermos crónicos; por eso es de vital importancia estar informados para hacer una prevención correcta. De forma orientativa, los grupos de medicamentos que más a menudo dan estas reacciones son:

- **Antibióticos**, como las quinolinas y las tetraciclinas;
- **Antifúngicos**, como la griseofulvina;
- **Antidiabéticos**, como las sulfonilureas;
- **Hipolipemiantes**, como los fibratos;
- **Antirrítmico** como la amiodarona;
- **Ansiolíticos**, como el alprazolam;
- **Antihipertensivos**, como la hidroclorotiazida;
- **Diuréticos**, como la furosemida;
- **Algunos antipsicóticos**, como la clorpromazina;
- **Antiinflamatorios no esteroideos (AINE)**;
- **Antidepresivos**, como la amitriptilina;
- **Contraceptivos**, como el etinilestradiol;
- **Retinoides**, como la isotretinoína.

Además de los medicamentos, existen numerosas sustancias que causan fotosensibilidad en nuestro entorno; entre ellas diversas plantas, frutas y hierbas, así como una larga lista de productos químicos industriales.

En relación a las plantas frutas y hierbas, mencionaremos la bergamota, el crisantemo, el eneldo, la lima, el limón, el higo, el hinojo, el perejil, la hiedra, la higuera y la hierba de San Juan. Algunas de ellas, como el aceite de bergamota y los cítricos, se emplean en la elaboración de fragancias y perfumes de uso común.

Respecto a los productos químicos, destacaremos el alquitrán de hulla y derivados como el antraleno y el fenantreno, los colorantes como la eosina, la fluoresceína o el azul de metileno, y los hidrocarburos clorados como los clorobenzenos, difenilos y trifenilos.



4.10 IMPACTO MEDIOAMBIENTAL DE LA FOTOPROTECCIÓN

Un reciente estudio, realizado por el Instituto Mediterráneo de Estudios Avanzados, expuso que el intenso uso de los protectores solares es una fuente significativa de contaminantes químicos orgánicos e inorgánicos que pueden tener consecuencias ecológicas. El mayor impacto generado por las cremas solares en el medio ambiente tiene lugar en nuestros océanos. La vida marina se ve perjudicada por los componentes de los protectores solares. Las investigaciones demuestran que algunos de estos productos tienen efectos tóxicos sobre el fitoplancton marino, los crustáceos, las algas y los peces. La mayoría de los protectores solares convencionales contienen oxibenzona y octilmetoxicinamato. Ambas sustancias químicas dañan los ecosistemas marinos y los arrecifes de coral. Según un artículo publicado en la revista Archives of Environmental Contamination and

Toxicology, cada año penetran en los arrecifes de coral de todo el mundo hasta 14.000 toneladas de protector solar²⁷. Estas sustancias son perjudiciales para estas formas de vida y pueden ralentizar su crecimiento ocasionando incluso su muerte. Hay alternativas de protectores solares amigables con el ambiente, aunque no existe una manera estandarizada de medirlo por lo que cada compañía puede emplear su método. Las compañías que elaboran estos productos van siendo sensibles a la necesidad de fabricar fotoprotectores que sean más sanos para nuestra piel y más respetuosos con el planeta.



4.11 BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

1. **Shih ST, Carter R, Sinclair C, , Mihalopoulos C.** *Economic evaluation of skin cancer prevention in Australia.* Prev Med 2009; 49:449-53.

2. **Montreal Protocol.** Disponible en: <http://www.unep.org/ozoneaction/>. Consultado el 30 de octubre de 2015.

3. **Yi L, Wu J, An M, et al.** *The atmospheric concentrations and emissions of major halocarbons in China during 2009-2019.* Environ Pollut. 2021 May 14;284:117190. doi: 10.1016/j.envpol.2021.117190. Epub ahead of print. PMID: 34062437.

4. **Neale RE, Barnes PW, Robson TM, et al.** *Environmental effects of stratospheric ozone depletion, UV radiation, and interactions with climate change: UNEP Environmental Effects Assessment Panel, Update 2020.* Photochem Photobiol Sci. 2021 Jan;20(1):1-67. doi: 10.1007/s43630-020-00001-x.

5. **Marín D, del Pozo A.** *Pigmentación de la piel (I). Melaninas: conceptos generales e implicaciones cosméticas.* Offarm 2005;24(1):116-8.

6. **Wulf HC, Sandby-Møller J, Kobayasi T, Gniadecki R.** «Skin aging and natural photoprotection.» Micron 35.3 (2004): 185-191.

7. **De Gálvez MV.** *Antioxidants in photoprotection: Do they really work?.* Actas Dermosifiliogr 2010; 101:197-200.

8. **De Gálvez MV, Aguilera J, Bernabó JL, Sánchez-Roldán C, Herrera-Ceballos E.** *Human Hair as a Natural Sun Protection Agent: A Quantitative Study.* Photochem Photobiol 2015; 91:966-70.

9. **Backes C, Religi A, Moccozet L, Behar-Cohen F, Vuilleumier L, Bulliard JL, Vernez D.** *Sun exposure to the eyes: predicted UV protection effectiveness of various sunglasses.* J Expo Sci Environ Epidemiol 2019; 29(6):753-764. doi: 10.1038/s41370-018-0087-0.

10. **Sasaki H , Sakamoto Y , Schnider C, Fujita N, Hatsusaka N, Sliney DH , Sasaki K .** *UV-B exposure to the eye depending on solar altitude.* Eye Contact Lens 2011;37(4):191-5. doi: 10.1097/ICL.0b013e31821fbf29.

11. **van Norren D, Gorgels TG.** *El espectro de acción del daño fotoquímico a la retina: una revisión de los datos del umbral monocromático.* Photochem Photobiol 2011 ; 87 (4): 747 - 753 doi: 10.1111/j.1751-1097.2011.00921.x.

12. **Organización Mundial de la Salud, Organización Meteorológica Mundial, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Comisión Internacional de Protección contra la Radiación no Ionizante.** *Índice UV global mundial. 2003.*

13. **Greinert R, de Vries E, Erdmann F, Espina C, Auvinen A, Kesminiene A, Schüz J.** *European Code against Cancer 4th Edition: Ultraviolet radiation and cancer.* Cancer Epidemiology 39.1 (2015): 75-83.

14. Godar DE, Landry RJ, Lucas AD. *Increased UVA exposures and decreased cutaneous Vitamin D(3) levels may be responsible for the increasing incidence of melanoma.* Med Hypotheses 2009; 72:434-43.

15. Downham TF. *The shadow rule: a simple method for sun protection.* South Med J. 1998; 91(7): 619-23. PMID: 9671831.

16. Balk, SJ. *Ultraviolet radiation: a hazard to children and adolescents.* Pediatrics 2011; 127: 791-817. doi: 10.1542/peds.2010-3502.

17. Kullavanijaya P, Lim HW. *Photoprotection.* Journal of the American Academy of Dermatology 2005; 52 (6): 937-958. doi: 10.1016/j.jaad.2004.07.063.

18. Gilaberte Y, González S. *Update on photoprotection.* Actas Dermosifiliogr 2010; 101:659-72.

19. Gies, P. «Photoprotection by clothing Peter.» Photodermatology, Photoimmunology & Photomedicine 23 (2007): 264–274 Blackwell.

20. Behar-Cohen F, Baillet G, de Agyuavives T, et al. *Ultraviolet damage to the eye revisited: eye-sun protection factor (E-SPF®), a new ultraviolet protection label for eyewear.* Clin Ophthalmol 2014; 8:87-104. doi: 10.2147/OPHT.S46189.

21. Giannos SA, Kraft ER, Lyons LJ, Gupta PK. *Spectral Evaluation of Eyeglass Blocking Efficiency of Ultraviolet/High-energy Visible Blue Light for Ocular Protection.* Optom Vis Sci 2019; 96(7):513-522. doi: 10.1097/OPX.0000000000001393.

22. Gonzalez S, Philips N, Gilaberte Y. *Photoprotection: update in UV-filter molecules, the "new wave" of sunscreens.* G Ital Dermatol Venereol 2010; 145:515-23.

23. Bens G. *Sunscreens.* Adv Exp Med Biol 2014; 810:429-63.

24. IARC Summary Recommendations for Public Health Action In: IARC Handbooks of Cancer Prevention: Sunscreens. International Agency for Research on Cancer, World Health Organization, Lyon 2001.

25. Boniol M, Autier P, Boyle P, Gandini S. *Cutaneous melanoma attributable to sunbed use: systematic review and meta-analysis.* BMJ 2012; 345:e4757.

26. Lazovich D, Vogel RI, Berwick M, Weinstock MA, Anderson KE, Warshaw EM. *Indoor tanning and risk of melanoma: a case-control study in a highly exposed population.* Cancer Epidemiol Biomarkers Prev 2010; 19:1557-68.

27. Downa CA, Kramarsky-Winter E, Segal R, et al. *Toxicopathological effects of the sunscreen UV filter, oxybenzone (benzophenone-3) on coral planulae and cultures primary cells and its environmental contamination in Hawaii and the US Virgin Islands.* Arch Environm Contamination and Toxicology 2016; 70(2): 265-288. doi:10.1007/s00244-015-0227-2.

CAPÍTULO V

RECOMENDACIONES SOLUDABLES

M^a Victoria de Gálvez Aranda y Jacobo Cambil Martín

· Más información sobre autores pag. 274



5.1 MODELO SOLUDABLE

SOLUDABLE te propone un modelo de fotoprotección integral inteligente y sostenible.

Somos conscientes de que las radiaciones del sol son necesarias y beneficiosas para nuestra salud, por lo que te animamos a buscar unos minutos cada día para exponerte al sol de forma consciente y controlada, para repletar tus niveles de vitamina D, serotonina y endorfinas. Realizar actividad física o de ocio al aire libre en contacto con la naturaleza es una forma muy saludable de exponerse al sol.

Paralelamente, aconsejamos emplear un conjunto de medidas de fotoprotección cuando el nivel de irradiación solar comience a ser peligroso para tu salud. Por ello, es importante que te mantengas informado del índice UV y conocer tu fototipo cutáneo y otros factores

de riesgo frente a las radiaciones UV. Tan perjudicial es experimentar una quemadura solar como caer en un déficit de vitamina D. Así pues, conoce tu piel y presta atención a los rayos del sol para aplicar las medidas de protección más adecuadas en cada momento.

Cuando decidas realizar alguna actividad en el exterior, aplica con antelación el fotoprotector. Elige cremas de calidad y seguras para tu piel y para el medio ambiente. Ten presente que las cremas solares no sustituyen a otras estrategias imprescindibles de fotoprotección. De este modo, antes de realizar cualquier actividad al aire libre programa los horarios evitando las horas del mediodía, busca una sombra y cúbrete con ropa. Incluye en tu atuendo un sombrero y unas gafas de sol. Protégete también por dentro: bebe agua en cantidad suficiente y toma alimentos ricos en antioxidantes.

Protegernos de las radiaciones UV es nuestra responsabilidad y una inversión en salud. Esta responsabilidad se extiende al cuidado de los menores, de las personas dependientes y de nuestras mascotas. Si educas a tus hijos e hijas en hábitos de vida saludables, el día de mañana serán adultos sanos y responsables. No te quepa la más mínima duda de que la mejor manera de educar es predicar con el ejemplo. Aprendemos de lo que vemos, más que de los que escuchamos.

Los profesionales de la salud, en el desempeño de nuestro trabajo, somos prescriptores de hábitos de vida saludables. Sin embargo, otros profesionales pueden contribuir muy positivamente a difundir buenos hábitos desde diferentes ámbitos, tales como los profesores, los socorristas de playas y piscinas, los técnicos de prevención de riesgos laborales, los entrenadores deportivos, los periodistas o los

influenciadores sociales. Es a ellos a quienes interpelamos comprometerse a trabajar por la salud de toda la comunidad.

En cualquier caso, los gobiernos y las empresas tienen una responsabilidad ineludible en fotoprotección, pues en sus manos está el crear entornos físicos y normativos que faciliten las recomendaciones sanitarias. También depende de ellos la accesibilidad de los ciudadanos a la información y a los servicios de salud.

Por último, cuando pensemos en fotoprotección, hagámoslo en verde. La naturaleza es una fuente de inspiración y de recursos en protección del sol (la atmósfera, la vegetación, los fondos marinos, etcétera), por lo que es prioritario cuidar el medio ambiente e integrarlo en la búsqueda de soluciones inteligentes y sostenibles.

Cuídate del Sol, **ponte en tu Piel**

5.2 DECÁLOGO SOLUDABLE

El sol es fuente de energía y de vida en el planeta. Los rayos del sol influyen de forma decisiva en nuestra salud. Nuestro organismo necesita de las radiaciones ultravioletas del sol para obtener vitamina D y mantener en buen estado los huesos. El sol afecta positivamente a nuestro estado de ánimo, elevando los niveles de serotonina y endorfinas. Sin embargo, en exceso, las radiaciones UV pueden ocasionar daño en la piel (quemaduras, arrugas, manchas, cáncer de piel), ojos (queratitis, conjuntivitis, cataratas, degeneración macular y tumores), y alterar el sistema inmunitario (facilidad para las infecciones, falta de eficacia de las vacunas).

10 CONSEJOS PARA UNA EXPOSICIÓN SOLAR SALUDABLE

- 1. Evita el uso de cabinas de bronceado artificial.** Su uso incrementa el riesgo de melanoma, especialmente en personas jóvenes. Además, la radiación UVA acelera el envejecimiento de la piel y la aparición de manchas y arrugas ^{1,2}.
- 2. Reduce la exposición solar de 11 a las 17 horas.** En torno al mediodía los rayos del sol inciden más verticalmente y el riesgo de daño es mayor. Acortar el tiempo de exposición en esta franja del día es la mejor manera de protegerse del sol.
- 3. A mediodía, resguárdate bajo la sombra.** Cuando el sol se encuentra más alto en el cielo y nuestra sombra es menor que nuestra altura, es momento de resguardarnos

bajo sombra. La mejor sombra natural la ofrecen los árboles. Cuando vayas a la playa, no olvides tu sombrilla.

- 4. Cúbrete con sombrero, gafas de sol y ropa apropiadas.** Nuestro atuendo es un escudo frente a las radiaciones del sol. Distintos tejidos y diseños de ropa ofrecen diferente protección. Cubre tu cabeza con un sombrero de ala ancha y tu cuerpo con prendas de vestir amplias. Si eres deportista o trabajador de exterior, opta por tejidos técnicos. Protege tus ojos con gafas de sol homologadas categoría 2, 3 o 4 de la Comunidad Europea.
- 5. Emplea cremas solares de alta protección (FPS 15+) y amplio espectro UVA/UVB.** Elige el factor de protección solar más adecuado a tu fototipo de piel. Aplica una cantidad generosa antes de salir al exterior y renueva la aplicación al menos cada 2 horas. Extiéndelo por toda la superficie de piel expuesta y no olvides las orejas.

6. Cuídate también por dentro. Bebe como mínimo dos litros de agua al día para evitar la deshidratación y aumenta tu consumo de frutas y verduras variadas y de temporada. Estos alimentos son ricos en antioxidantes y te ayudarán a combatir el estrés oxidativo provocado por las radiaciones ultravioletas.

7. Protégete no solo cuando vayas a la playa. También cuando realices actividades deportivas, laborales o de ocio al aire libre. Recuerda que el daño solar se acumula a lo largo de la vida y que nuestro capital solar es limitado.

8. No bajas la guardia en días nubosos. Consulta el índice UV y aplica las medidas apropiadas de protección en cada ocasión. Algunas situaciones pueden conllevar un mayor riesgo de irradiación solar como la altitud, las superficies reflectantes como la arena o la nieve, las nubes o el viento, por lo que debes tener más precaución.



9. Los niños y las personas con fototipos de piel I y II son especialmente vulnerables a las radiaciones UV y necesitan mayor protección solar. Protege a los menores con sombrero, ropa, gafas de sol y cremas de muy alta protección (FPS 30+). Los bebés de menos de 1 año no deben exponerse directamente al sol.

10. Examina regularmente tu piel. Chequea con frecuencia tu piel y presta especial atención a tus lunares. Si adviertes cambios de color, tamaño, forma o algún síntoma (picor, sangrado o cambio de tamaño) en un lunar, consulta a tu médico.

5.3 RECOMENDACIONES EN LA INFANCIA

La infancia es una etapa crítica del desarrollo. **Los niños necesitan jugar y hacer deporte al aire libre para crecer sanos y fuertes.** Su organismo requiere de las radiaciones ultravioleta del sol para sintetizar la vitamina D y realizar una correcta mineralización de sus huesos. Un déficit de vitamina D a esta edad conduce a raquitismo y deformidad del esqueleto óseo. Por el contrario, una exposición excesiva a las radiaciones ultravioleta puede ocasionar daños irreversibles en la piel y los ojos. La inmadurez de los tejidos condiciona una mayor susceptibilidad al daño solar en estas edades. Una de las consecuencias más graves es el desarrollo de cáncer de piel. Recuerda que una quemadura solar en la infancia duplica el riesgo de melanoma en la vida adulta; por ello resulta de gran importancia extremar las medidas de fotoprotección en la infancia y fomentar la adquisición de hábitos saludables de exposición solar para reducir problemas de salud en etapas

posteriores. Madres, padres y educadores deben aprender cómo proteger a los más pequeños correctamente de las radiaciones UV, además de ser buenos modelos de conducta para ellos ³.

Por el tipo de actividad que realizan al aire libre, los niños pueden recibir hasta el triple de radiación que los adultos. Por eso, la mejor manera de proteger su piel es reducir el tiempo de exposición solar, sobre todo con los bebés. Las principales medidas de fotoprotección recomendadas en la infancia se resumen en los siguientes puntos ⁴.

- **Reducir el tiempo de exposición solar.** Se recomienda no exponer al sol a menores de 6 meses y limitar la exposición en menores de 3 años. A partir de esta edad se puede realizar una exposición solar moderada, pero siempre de manera responsable y teniendo en cuenta las medidas

habituales que también debemos seguir los adultos.

- En la infancia, es fundamental **evitar la exposición en las horas de máxima insolación**, entre las 12 y 16 horas (como referencia, podemos considerar peligrosas aquellas horas en que la sombra que proyecta el niño es inferior a su altura).

- A mediodía, los menores deben permanecer bajo la sombra.** Las sombrillas de los carritos de los bebés y las sombrillas de playa ofrecen una protección muy limitada.

- Usar sistemáticamente medidas físicas de protección** siempre que se expongan al sol: gorros, gafas y prendas de vestir. Este tipo de medidas aseguran una protección solar eficaz y estable. Se recomiendan gorros de ala ancha y prendas de vestir de manga larga, con tejidos transpirables y frescos.

- Emplear cremas de protección solar.** De forma general, el uso de cremas solares no se recomienda en niños menores de 6 meses ya que en esta etapa la piel es muy

fina y sensible, y es fácil que se desarrollen irritaciones o intolerancias en las zonas de aplicación. Hasta los 3 años, se aconseja igualmente evitar su empleo, pero se recomienda su uso en niños a partir de esta edad. Por este motivo, en la franja de 0 a 3 años es más aconsejable el empleo de medidas físicas frente al uso de fotoprotectores.

- Aplicar cremas con FPS 30+ y amplio espectro UVA/UVB**, testadas pediátricamente, con filtros físicos (inorgánicos) para evitar intolerancias. Las texturas más recomendadas son las lociones y cremas, ya que tienen más permanencia y contienen en su formulación menos porcentaje de alcohol que los sprays, para evitar así irritaciones. Los fotoprotectores deben ser resistentes al agua, al sudor y al rozamiento.

- Mantener a los más pequeños hidratados en todo momento.** Aparte de beber abundante agua también es recomendable el consumo de zumos de fruta, por su alto contenido en agua y su poder refrescante y antioxidante.



5.4 RECOMENDACIONES EN LA ADOLESCENCIA

La adolescencia es una de las etapas más críticas de riesgo solar. Muchos adolescentes pasan gran parte de su tiempo realizando actividades deportivas y de ocio al aire libre. La falsa sensación de invulnerabilidad, la pérdida del control parental y las normas sociales son factores que favorecen unas conductas arriesgadas de exposición solar a estas edades. El deseo de estar bronceados y el rechazo a la aplicación de cremas solares son barreras añadidas a las buenas prácticas de fotoprotección. En efecto, las tasas de quemadura solar más elevadas se observan en la adolescencia y en la primera juventud. Las quemaduras solares que ocurren en los primeros 20 años de vida condicionan el

riesgo de desarrollar cáncer de piel en etapas posteriores ^{5,6}. Padres, madres y educadores deben concienciar a los adolescentes del riesgo que supone una exposición solar excesiva para su salud, y trabajar con ellos los siguientes consejos:

- **Evita los solárium.** El uso de solárium está prohibido en España en menores de 18 años. Las lámparas de bronceado artificial emiten radiación UVA que es cancerígena para la piel. El uso de solárium se ha relacionado con un incremento de melanomas en jóvenes. Los rayos UVA además ocasionan un envejecimiento precoz de la piel (causan arrugas prematuras y manchas).
- **Acepta tu color de piel.** Cada persona tiene un tipo de piel.

No todos podemos estar igual de morenos. Algunas pieles son más sensibles a las radiaciones UV y pueden dañarse fácilmente. Respeta tu piel y no fuerces un bronceado, pues te quemarás y te pasará factura.

- **Toma el sol poco a poco.** Evita pasar largos periodos de tiempo al sol en las horas de mayor insolación (entre las 11 y las 17 horas). En esta franja horaria el riesgo de quemadura solar es muy alto. Las quemaduras solares multiplican el riesgo de desarrollar cáncer de piel.
- **Tu mejor aliada, la sombra.** Cuando la longitud de tu sombra sea menor que la de tu cuerpo, resguárdate bajo la sombra. Si vas a la playa, no olvides llevar la sombrilla, pero recuerda que en un día de verano a mediodía puedes

quemarte también debajo de esta.

- **Que tu ropa sea tu escudo.** Cuando vayas a la playa o hagas deporte al aire libre lleva prendas de vestir holgadas y amplias que te cubran al menos hasta los codos y rodillas. Opta por tejidos frescos y transpirables como el algodón (o por ropa técnica si lo prefieres), y no olvides llevar una gorra.
- **Protege tus ojos con gafas.** Si vas a la playa, a la piscina, haces deporte o sales a pasear, ponte gafas de sol. Elige las gafas más adecuadas para cada ocasión y comprueba que tengan cristales homologados y que protejan frente a los rayos UVA y UVB.
- **Aplica cremas solares.** No todas las cremas solares son

iguales. Busca cremas de alta protección FPS 30+ y filtros UVA/UVB, con texturas apropiadas para pieles jóvenes. Acostúmbrate a llevarla en tu bolso o mochila y renueva la aplicación a menudo, sobre todo si has sudado o te has dado un baño.

- **Refuerza tus defensas con una alimentación sana.** Come abundantes frutas y verduras de todos los colores para proteger tu piel y tus ojos de los efectos oxidativos del sol. Recuerda beber como mínimo dos litros de agua al día.
- **No dejes de practicar deporte al aire libre.** Hacer deporte al aire libre es una actividad muy sana, así que no dejes de

hacer ejercicio y disfrutar de salidas a la naturaleza.

- **Cuidado con los días nublados.** Consulta el índice ultravioleta (hay muchas aplicaciones móviles que te informan del nivel de irradiación solar en cada momento del día) y extrema la protección solar cuando el UVI alcance un valor de 6 en adelante.
- **Revisa tus lunares.** Cuida tus lunares, protégelos del sol y revísalos con frecuencia. Si notas un aumento de tamaño o cambios en el color, en la forma o en la textura, debes consultar con el médico.

5.5 RECOMENDACIONES EN LA SENECTUD

Las personas ancianas reúnen una serie de condiciones que les hacen más vulnerables a los efectos de las radiaciones solares ⁷:

- **La toma de medicamentos.** Existen muchos medicamentos que hacen que la piel reaccione de forma negativa frente a las radiaciones solares. Es frecuente que las personas mayores sean pacientes polimedicados (con fármacos que crean sensibilidad a la luz como los antidepresivos, hormonas tiroideas, antiinflamatorios no esteroideos o diuréticos), lo cual convierte a este tipo de pieles en candidatas ideales a presentar fenómenos de fotosensibilización.

- **La tendencia a la deshidratación y una deficiente termorregulación.** Al envejecer nuestro sentido de la sed o de la temperatura no se estimula con la misma facilidad que cuando se es joven; además hay otros factores que

dificultan el control de la temperatura en personas mayores como son: la hipertensión, la diabetes, los trastornos renales y hepáticos, el uso de medicamentos, que al combinarse con una excesiva exposición solar y altas temperaturas pueden ocasionar serios trastornos.

- **El fotoenvejecimiento y la existencia de lesiones cutáneas.** La piel de los ancianos está fotoenvejecida, su capital solar se ha agotado y su capacidad regenerativa se encuentra mermada. Es frecuente observar en las áreas expuestas, lesiones degenerativas como léntigos, manchas y queratosis actínicas. La exposición solar mantenida agrava los signos de fotoenvejecimiento y acelera el desarrollo de cáncer cutáneo.

- **La síntesis de vitamina D.** La piel de los ancianos tiene reducida su capacidad de síntesis de vitamina D (a partir de

los 70 años hay una reducción del 25% en la capacidad de síntesis de). El umbral óptimo de vitamina D en los mayores que garantiza una adecuada salud ósea oscila entre 25 y 40 ng/ml. Los mayores que viven en residencias, los que tienen una movilidad reducida y los que viven en regiones menos soleadas tienen un mayor riesgo de sufrir déficit de vitamina D.

Por todo ello, las recomendaciones en fotoprotección a estas edades son menos restrictivas y más selectivas, y se aconseja:

- **Pasear al aire libre y exponerse al sol al menos 15 minutos cada día** para repletar sus niveles de vitamina D. Evitar las horas de máxima insolación, protegerse bajo sombra, ropa ligera y fresca y beber abundante agua para evitar un golpe de calor.

- **Proteger las áreas de piel más fotoenvejecidas con cremas solares** especialmente formuladas para pieles maduras ricas en antioxidantes y reparadores del daño celular.
- **Usar sombrero de ala ancha y gafas de sol homologadas** para proteger la piel de la cara y los ojos.
- **Vigilar los niveles de vitamina D** en sangre y aumentar la ingesta de alimentos ricos en esta vitamina (pescados grasos, huevos) o tomar suplementos de forma intermitente o permanente siempre bajo prescripción médica.
- **Vigilar periódicamente la piel** y consultar con su médico si notan la aparición de nuevas manchas o cambios en las manchas existentes.



5.6 RECOMENDACIONES EN EL EMBARAZO

Durante el embarazo la piel se vuelve más sensible a las radiaciones solares. No es infrecuente que aparezcan pigmentaciones que suelen desarrollarse por la combinación del sol y los cambios hormonales que afectan a la piel. Pueden aparecer manchas por la zona de la cara: frente, nariz, pómulos y sobre el labio superior. Esta pigmentación es el **melasma**, también llamada máscara del embarazo. Puede intensificarse por la falta de protección y tardar más en desaparecer, aunque suele hacerlo en unos meses después. Para prevenir el melasma se recomienda usar una crema con factor de protección alto (+50) en la cara 15 minutos antes de salir al sol y repetirlo cada dos horas, así como cubrir todas las áreas del cuerpo que se expondrán. No solo será necesaria cuando vayas a la playa; en época estival es importante que la protección sea una acción diaria.

En mujeres embarazadas es importante prestar atención en el momento de elegir el protector solar, pues algunas cremas

contienen PABA (ácido paraaminobenzoico), un componente que no se recomienda usar durante la gestación, ya que puede provocar reacciones alérgicas en la piel e incluso hipoglucemia, urticaria, problemas intestinales y toxicidad hepática.

También es importante vigilar el tiempo de exposición al sol. La hipertermia (aumento de la temperatura corporal) puede causar malformaciones en el feto. Además de la crema solar hay que resguardarse bajo la sombrilla y utilizar sombreros o gorras y gafas de sol, incluso los días nublados. Los tiempos de exposición al sol tienen que ser reducidos: no deben exceder los 30 minutos al día y hay que evitar siempre las horas centrales del mediodía. Igual de importante es mantenerse hidratada con agua o zumo y eliminar, en la medida de lo posible, las bebidas azucaradas.

A la hora de utilizar bikini o bañador cualquier opción es válida. No obstante, con el bikini el abdomen está

completamente expuesto al sol y puede que la línea alba se oscurezca.

Estar embarazada no es incompatible con exponerse al sol. Por el contrario, es necesario para activar la síntesis de la vitamina D: esta es imprescindible para la correcta absorción del calcio, tanto para la futura mamá como para el bebé, que fortalece los huesos de ambos.

- 1. Evita las horas de máxima irradiación solar** especialmente en verano. Es recomendable pasear a primera hora de la mañana o por la tarde para garantizar el aporte natural de vitamina D sin riesgos de quemadura solar.
- 2. A mediodía, permanece en zonas de sombra.** Además de protegerte frente a las radiaciones UV, evitarás un golpe de calor.
- 3. Utiliza cremas de alta protección** con filtros UVA y UVB para prevenir la quemadura solar y las hiperpigmentaciones.

Preferiblemente utiliza fotoprotectores físicos con el fin de evitar intolerancias.

- 4. Aplica el fotoprotector en cantidad suficiente y** extendiéndolo bien por toda la superficie de la piel antes de la exposición solar.
- 5. Una de las principales medidas de protección solar en el embarazo es la ropa.** Una buena opción son los sombreros de ala ancha en vez de las gorras o las viseras para cubrir la cabeza, y las prendas de ropas con tejidos naturales para cubrir la piel.
- 6. Mantén una buena hidratación y una dieta rica en frutas y verduras** para prevenir los efectos oxidativos del sol.
- 7. Revisa tu piel frecuentemente.** En el embarazo es frecuente sufrir cambios en la piel debido al efecto hormonal. Debes consultar con tu médico si detectas cambio brusco en algún lunar como cambios de color, tamaño, forma o algún síntoma (picor, sangrado...).

5.7 RECOMENDACIONES PARA DEPORTISTAS

Practicar deporte al aire libre es uno de los hábitos de vida más saludables, pero no está exento de riesgos. Los deportistas de exterior tienen un riesgo añadido de sufrir daño solar en piel, ojos y sistema inmunológico como consecuencia de la exposición excesiva a las radiaciones solares, debido a la concurrencia de muchos factores ^{8,9,10}.

- La práctica deportiva conlleva muchas horas de exposición al sol.
- A menudo la práctica deportiva se lleva a cabo en horas centrales del día.
- Algunas prácticas deportivas se realizan en altura, donde hay mayor radiación solar.
- Las prácticas deportivas acuáticas incrementan el riesgo de exposición solar refleja.
- La sudoración excesiva disminuye la eficacia de las cremas solares.

- Hay una escasa concienciación del uso de cremas solares durante la práctica deportiva.
- Se usa ropa inadecuada que deja expuesta la piel, sobre todo en periodos de más calor.
- El ejercicio intenso favorece la inmunosupresión y el estrés oxidativo cutáneo.

Para hacer más saludable la práctica deportiva, animamos a los deportistas a que incorporen a su rutina las siguientes recomendaciones para reducir el impacto de las radiaciones solares en su salud:

1. Siempre que puedas, programa tus horarios deportivos. Evita las horas de máxima irradiación solar entre las 11 y las 17h, especialmente en verano. A mediodía, busca la sombra y los espacios cubiertos para tu práctica deportiva.

2. Cuando hagas deporte en el exterior, utiliza cremas de alta protección (mínimo FPS 30+), con filtros UVA y UVB y resistentes al agua y al sudor. Elige la crema más adecuada a tu tipo de piel. Si tienes un fototipo I o II deberás optar por índices más altos de fotoprotección. Existen fotoprotectores diseñados específicamente para la práctica deportiva, infórmate en tu farmacia o tienda especializada.

3. Aplica el fotoprotector en cantidad suficiente y extiéndelo por toda la superficie de la piel expuesta. Ten especial cuidado con zonas como las orejas, la parte posterior del cuello y los labios. Para estos últimos puedes utilizar lápiz labial de protección solar.

4. Ponte el fotoprotector 15 minutos antes de la práctica deportiva y renueva la aplicación con frecuencia a lo largo de la actividad.

5. Cubre tu cabeza con una gorra o sombrero. Los diseños de ala ancha y los que tienen extensiones para cuello y orejas son los más recomendables para protegerte del sol. Las viseras y los pañuelos ofrecen una protección insuficiente.

6. Protege tus ojos con unas gafas de sol de calidad y apropiadas a tu práctica deportiva. Elige gafas homologadas por CE, categorías 2, 3, 4 que bloqueen el 95-99% de las radiaciones UV.

7. Utiliza ropa deportiva de calidad con tejidos transpirables que ofrezcan una buena protección frente a las radiaciones UV. Las radiaciones pueden atravesar la ropa, especialmente si esta es muy fina o está mojada.





8. Bebe abundante agua y zumos de frutas y verduras; te ayudarán a compensar la pérdida de agua y el estrés oxidativo provocado por el sol. Se ha demostrado la acción antioxidante y fotoprotectora de la ingesta de sustancias como la vitamina E, betacarotenos, té verde y resveratrol.

9. Consulta el índice de radiación ultravioleta (UVI). Extrema las precauciones cuando el UVI alcance un valor igual o superior a 6 (existen aplicaciones móviles que informan de este valor). Los días nublados y algunas circunstancias (altitud, viento, arena, nieve, agua, etc.) comportan un mayor riesgo de daño solar, ya que las nubes dejan pasar la radiación ultravioleta, pero absorben la infrarroja, con lo cual la sensación térmica de calor es menor, pero existe igualmente riesgo de quemadura solar.

10. Examina regularmente tu piel: si adviertes cambios de color, tamaño, forma o algún síntoma (picor, sangrado, etc.) en un lunar, consulta con tu médico.

5.8 RECOMENDACIONES PARA TRABAJADORES

Los profesionales que desarrollan su actividad al aire libre presentan un riesgo incrementado de cáncer de piel y otras enfermedades relacionadas con la exposición solar. El daño solar es permanente e irreparable, y aumenta con cada exposición^{11,12}. Con objeto de fomentar unos hábitos saludables en el trabajo y prevenir la aparición del cáncer de piel de origen laboral, se ofrecen las siguientes recomendaciones para los trabajadores de exterior:

1. Respeta las normas que tu empresa ha establecido en su política de fotoprotección, incluidas las contempladas en la normativa de prevención de riesgos laborales. Ante cualquier duda, no dudes en consultar con su servicio de prevención.

2. Planifica las tareas para realizar las que supongan mayor exposición solar en las primeras horas de la mañana y al caer la tarde. Pasa las horas de máxima irradiación UV (de 11 a 17 horas) en zonas menos expuestas o sin exposición, cuando esto sea posible.

3. Realiza descansos frecuentes en zonas de sombra durante los meses estivales en el horario de máxima irradiación UV.

4. Consulta el Índice de Radiación Ultravioleta (UVI) a lo largo de la jornada laboral (internet, aplicaciones móviles, solmáforos, etc.). Los profesionales que trabajan en el exterior deben protegerse tan pronto como el índice UV alcanza el nivel 3. No bajes la guardia en los días nublados.

5. Utiliza ropa protectora frente al sol. La ropa es una de las barreras más eficaces frente al daño solar, por lo que esta deberá cubrir la mayor extensión de piel posible. Si no utilizas ropa con filtros solares, no olvides aplicarte crema de protección (mínimo FPS 30+) en el torso, la espalda y los hombros.

6. Utiliza crema de protección solar (mínimo FPS 30+) sobre todas las zonas desprotegidas del cuerpo (cara, orejas y brazos) 15 minutos antes de salir al exterior. Reaplícala cada 2-3 horas, o con más frecuencia en caso de elevada sudoración.

7. Usa gafas de protección solar, preferentemente envolventes.

8. Siempre que sea posible, utiliza un sombrero de ala ancha que cubra cara, orejas y cuello. Las gorras convencionales no cumplen con este cometido, por lo que no se recomienda su uso.

9. Bebe con regularidad para evitar la deshidratación. Esto te ayudará a compensar la pérdida de agua y el estrés oxidativo provocado por el sol.

10. Revisa tu piel frecuentemente. En caso de detectar cambios inusuales en la piel (manchas, cambios de color, tamaño, forma o algún síntoma en un lunar como picor, sangrado, etc.), consulta a tu médico.

5.9 RECOMENDACIONES PARA TURISTAS

La llegada de la temporada de verano nos hace pensar automáticamente en turismo de playa y piscina. Queremos disfrutar del sol y cambiar nuestro tono de piel por un bronceado de revista^{13,14}. Por este motivo, a menudo sometemos a nuestro organismo a una carga de exposición solar excesiva que termina con episodios de insolación y quemaduras solares, además de manchas en la piel y arrugas profundas como consecuencia del daño solar. Las quemaduras solares son el principal factor de riesgo para el desarrollo de cáncer de piel, especialmente de melanoma maligno.

Estos son algunos consejos para tomar el sol de manera responsable:

1. Raciona las horas de sol. La piel necesita un tiempo de adaptación para activar sus mecanismos naturales de defensa frente a las radiaciones ultravioleta. Los primeros contactos con el sol deben ser entre 10 y 30 minutos,

aumentando paulatinamente ese tiempo de exposición. Hay que extremar las precauciones en los primeros días de exposición.

2. Evita el sol de mediodía. Aunque te protejas correctamente del sol, existen momentos del día donde lo mejor es no exponerse, por el riesgo de sufrir una quemadura solar como en las horas centrales del día, aproximadamente desde las 11 a las 17 horas. En esta franja horaria los rayos del sol son más dañinos y el tiempo de quemadura solar más corto para cualquier tipo de piel.

3. La sombra, la mejor aliada. Para disfrutar de los baños al aire libre, la mejor aliada es una buena sombra. Procura alternar períodos de tiempo al sol con ratos bajo la sombra. La sombra reduce la radiación solar directa; sin embargo, no evita que nos alcance la radiación refleja (la espuma de mar refleja entre el 25-30% de la radiación solar, y la arena seca entre el 15-18%).

4. Elige un protector solar adecuado. Todos necesitamos proteger nuestra piel del sol. Conoce tu fototipo cutáneo y elige el fotoprotector más adecuado a tu tipo de piel. En general se recomiendan cremas de amplio espectro con filtros UVA y UVB, resistentes al agua y al sudor, con un FPS nunca inferior a 15-20. También puedes utilizar diferentes productos dependiendo de la zona del cuerpo, prestando especial atención a la cara.

5. Aplica bien el protector solar. No solo debes escoger adecuadamente el tipo de protector solar, sino aplicarlo correctamente. Es importante proteger tu piel desde al menos 15 minutos antes de la exposición al sol y repetir la aplicación cada dos horas, incluso con más frecuencia si vas a menudo al agua. No olvides aquellas zonas complicadas y que pueden pasar inadvertidas, como el cuello, las orejas o el dorso de los pies. Tampoco desatiendas esas áreas donde tienes lunares o pecas.

6. Protégete con ropa. Lleva prendas de vestir holgadas con tejidos frescos y cubre la mayor parte de tu cuerpo cuando no estés tomando directamente el sol. Los tejidos claros protegen menos que los oscuros, y la humedad reduce la capacidad de filtrar las radiaciones UV de las prendas. La típica camiseta de algodón blanca, cuando se moja, no ofrece una protección solar adecuada.

7. Protege tu cabeza. La cabeza es la parte del organismo que recibe más radiación solar. La mayor parte de cánceres cutáneos se presenta en esta región. Por eso es muy importante no tomar el sol sin una gorra o un sombrero, sobre todo aquellas personas que tienen problemas de calvicie. En general, se recomiendan los sombreros de ala ancha o los modelos tubulares tipo surf para la playa o la piscina. Las viseras y los pañuelos no confieren una protección solar adecuada.

8. Cuida tus ojos. A veces no les prestamos la atención

suficiente, pero los ojos son muy delicados y una exposición prolongada al sol pueden afectarlos gravemente. Una gorra o un sombrero te ayudará a proteger al mismo tiempo cabeza y ojos, aunque las gafas de sol también son una buena solución. Elige diseños amplios y cristales homologados categoría 2, 3, 4 de la CE para una protección adecuada frente a las radiaciones UV.

9. Hidrátate por dentro y por fuera. El agua es el principal componente del cuerpo humano; por eso debemos cuidar que sus niveles no bajen durante nuestra exposición al sol. Así que debes hidratarte bebiendo agua, limonada o zumos naturales regularmente; además, ayudará a refrescarte. No olvides cuidar tu piel durante y después de exponerte al sol. Remojarse de vez en cuando mientras estamos tomando el sol nos ayudará a rebajar la temperatura del cuerpo y a evitar lipotimias, golpes de calor, mareos o insolaciones. Tras la exposición solar, aplica productos cosméticos apropiados (tipo after sun).



10. No bajas la guardia en días nublados. No te confíes cuando el cielo esté nublado, ya que el sol y la brisa pueden quemar igualmente tu piel, por lo que no deberías dejar de usar protección solar. Consulta el índice de UVI local, sobre todo si te vas de vacaciones a un país tropical, donde el nivel de irradiación solar es más elevado. Aumenta tus precauciones frente al sol para evitar las quemaduras solares.

11. Protégete no solo en la playa. Hazlo siempre que salgas al aire libre, ya sea para dar un paseo, montar en bici, hacer una excursión a la montaña o tomar algo en una terraza. Los efectos de las radiaciones solares son acumulativos y la capacidad de restauración de daño solar, limitada.

12. Toma alimentos ricos en antioxidantes. Lo que

comes también te ayudará a cuidar tu piel frente al sol e incluso a conseguir un bronceado más prolongado. Para proteger tu piel antes de la exposición solar se recomienda tomar alimentos ricos en vitaminas C, E, D y antioxidantes. Un truco es tomar alimentos rojos o verdes como el tomate, las fresas, los pimientos o las cerezas.

13. Controla la fecha de caducidad de las cremas solares. Todos acumulamos cremas solares de un año para otro en el bolso de la playa o entre las toallas de piscina. Sin embargo, la mayoría de los protectores solares caducan 12 meses después de abrirlos, por lo que hay que cambiarlos periódicamente. Busca esa información en los envases.

14. Evita las colonias y desodorantes. Utilizarlos antes de

tomar el sol pueden provocar alergias y manchas en la piel, ya que la mayoría tienen alcohol en su composición, por lo que no es nada recomendable su uso.

15. El efecto lupa. El sudor y el agua acumulada en la piel pueden provocar que el sol genere manchas y quemaduras, sobre todo en zonas sensibles como los labios o la nariz. Por eso no es buena idea secarse al sol, y es mejor eliminar los restos de agua cuando vayas a tomar el sol y aplicar protector solar después.

16. Cuidado con los trucos para acelerar el bronceado. Seguro que conoces trucos para acelerar el bronceado como untarte en aceite. Así solo conseguirás, y nunca mejor dicho, freírte. Y la piel tiene memoria: este tipo de acciones te pasarán factura antes o después, así que huye de ellas y evita riesgos para tu salud.

17. Di sí a los autobronceadores. Hay una enorme variedad

de autobronceadores a nuestra disposición en cualquier tienda especializada; no son dañinos para la salud, ya que están dermatológicamente probados. Elige aquel con el tono que más te interesa y disfruta de un bronceado perfecto.

18. Di no a las lámparas de UVA. Multitud de estudios nos han avisado de los peligros de estas máquinas de bronceado, pero aún hay muchas personas que, sobre todo en invierno, las utilizan sin temor. Emiten rayos ultravioleta muy dañinos para la salud.



5.10 RECOMENDACIONES PARA PERSONAS CON HIPERSENSIBILIDAD SOLAR

Algunas personas presentan una hipersensibilidad patológica a las radiaciones UV, por lo que pueden sufrir reacciones agudas cuando se exponen a los rayos del sol (enrojecimiento, erupciones, picor, quemazón) o presentar de forma prematura signos de daño solar crónico como fotoenvejecimiento (manchas, arrugas profundas, queratosis actínicas) y cáncer cutáneo (melanoma, carcinoma basocelular, carcinoma espinocelular).

La forma más frecuente de presentación de la alergia solar es la **erupción lumínica polimorfa**. Las personas que la padecen presentan enrojecimiento y ronchas con los primeros rayos de sol y normalmente mejoran a lo largo de la estación. La causa es desconocida y no se

asocia a otros problemas de salud. Estas personas requieren extremar las precauciones cuando se exponen al sol para evitar los episodios de fotosensibilidad cutánea ¹⁵.

Sin embargo, en ocasiones la fotosensibilidad puede ser la manifestación más visible de una enfermedad autoinmune sistémica como ocurre en el **lupus eritematoso o en la dermatomiositis**, que se acompaña de afectación en otros órganos y aparatos siendo el pronóstico reservado. Estos pacientes además de extremar las medidas de protección solar, necesitan medicación específica y asesoramiento médico en todo momento.

Ciertas enfermedades genéticas ocasionan una vulnerabilidad extrema a las radiaciones UV. Un ejemplo de ello es el **albinismo**, una alteración genética que determina un déficit en

la producción de melanina y por tanto de la protección natural de la piel y los ojos frente a las radiaciones UV. El **xeroderma pigmentoso** es otra enfermedad rara en la que el trastorno genético produce un fallo en los sistemas de reparación del ADN celular causado por las radiaciones UV. Estas personas suelen manifestar una marcada intolerancia al sol y desarrollo de cáncer y precáncer cutáneo desde edades muy tempranas. Por último, cabe mencionar que existen **medicamentos fotosensibilizantes**. En este caso la fotosensibilidad se produce por la interacción entre un compuesto químico (un fármaco ya sea aplicado tópicamente o bien ingerido) y la radiación solar. Existen más de 300 principios activos, muchos de uso habitual, que pueden desencadenar este tipo de efectos adversos. Entre estos fármacos se incluyen

muchos antiinflamatorios, antibióticos, antihipertensivos, antidiabéticos orales y anticonceptivos. Es importante consultar al médico o al farmacéutico, y aplicar medidas de protección solar para prevenir reacciones alérgicas al sol ¹⁶.

Las personas con fotosensibilidad patológica deben extremar las medidas de protección solar:

- **Evitar por completo la exposición solar al mediodía** y no bajar la guardia en días nublados.
- **Evitar por completo situaciones de alto riesgo** como la exposición solar en la playa o el uso de cabinas de bronceado.
- **Programar las actividades en el exterior a la caída de la tarde**, cuando las radiaciones solares son menos lesivas.



- **Emplear de forma rigurosa las medias físicas de protección solar**, buscar siempre la sombra, cubrirse con sombrilla, sombrero de ala ancha, camiseta de manga larga y pantalón largo.
- **Se recomienda usar tejidos que garanticen una protección frente a las radiaciones UV del 99 al 100% (FPU 50+)**. Por ejemplo, el algodón, la viscosa o el lino protegen menos que la lana, el nylon, la seda y el poliéster. Por otra parte, los tejidos más porosos o con menos grosor aportan menos protección. El color y la humedad también son determinantes. Los colores oscuros aumentan la protección, mientras que la humedad la disminuye.
- **Usar gafas de sol amplias** con lentes que filtren el 99 al 100% de los UVB/UVA y una parte importante de la luz

visible (categoría 3 y 4 de la CE).

- **Aplicar sistemáticamente cremas solares de muy alta protección (FPS 50+ a 100+)** y amplio espectro que cubra UVB, UVA, IR y radiación visible. Se prefieren los filtros inorgánicos por ser los más seguros y estables.
- **Reforzar la dieta con alimentos y bebidas antioxidantes**, así como mediante complementos nutricionales que ayuden a proteger la piel y los ojos de los efectos de las radiaciones UV desde el interior.
- **Controlar los niveles de vitamina D** y tomar suplementos en caso necesario siempre bajo prescripción médica.
- **Seguir los controles médicos** y el plan de tratamiento que le indique el especialista.

5.11 RECOMENDACIONES PARA DUEÑOS DE MASCOTAS

Los animales se ven afectados al igual que las personas por los efectos de las RUV en su salud. Se ha observado que los animales que están expuestos por largos periodos de radiación solar, que viven a grandes altitudes sobre el nivel del mar y en lugares tropicales, que carecen de pigmento en la epidermis y que tienen poco pelo o pérdida del mismo, son más propensos a padecer enfermedades de la piel y de los ojos.

Por este motivo, requieren cuidados fotoprotectores, incluyendo medidas horarias, provisión de sombras, uso de tejidos, fotoprotectores tópicos, suplementos orales, y una correcta hidratación, entre otros. Algunas razas de animales son más sensibles que otras. Hay productos tópicos y orales especialmente formulados para los animales.

Proteger a los animales frente a las radiaciones UV es una responsabilidad tanto individual como social, e involucra a las instituciones o las empresas que están al cuidado de los animales.

Consulta con tu veterinario.



5.12 RECOMENDACIONES PARA INSTITUCIONES Y EMPRESAS

Las radiaciones solares influyen decisivamente sobre la salud de las personas y todos los seres vivos del planeta. La reducción de la capa de ozono y el cambio climático están provocando un aumento en la incidencia de las UV en la superficie de la Tierra. Ello está condicionando un incremento de enfermedades como el cáncer de piel y diversas afecciones oculares, por lo que la Organización Mundial de la Salud recomienda que se tomen medidas eficaces de fotoprotección para reducir el impacto de las radiaciones ultravioleta en la salud. Los gobiernos, a través de las instituciones y las empresas tienen un papel crucial en fotoprotección, ya que de ellos depende la creación de entornos físicos y

normativos que faciliten la adherencia de la ciudadanía a las recomendaciones sanitarias.

Las siguientes son las 10 estrategias clave que los gobiernos, las instituciones y las empresas deben poner en marcha para convertirse en promotores de fotoprotección y salud para todos:

- 1. Liderazgo:** deben desarrollar políticas y normas de fotoprotección que involucren a todos los actores de la comunidad.
- 2. Comunicación:** deben comunicar de forma eficiente las políticas y normas de fotoprotección a la ciudadanía.
- 3. Elementos organizativos:** deben contemplar los horarios

de máxima irradiación solar en la organización de las actividades al aire libre.

- 4. Elementos estructurales:** deben disponer suficientes espacios sombreados y sombras de calidad para proteger a la comunidad, con especial atención a las personas más vulnerables.
- 5. Información:** deben informar a la ciudadanía del UVI y de las medidas de protección solar de acuerdo al nivel de alerta.
- 6. Formación:** deben formar a los trabajadores de riesgo y a los agentes claves de fotoprotección en la comunidad.
- 7. Cumplimiento de las normas:** deben velar por el cumplimiento de las normas de fotoprotección y establecer los mecanismos de control necesarios para que se lleven a

cabo de forma regular.

- 8. Modelos de conducta:** los representantes políticos y personas con puestos de responsabilidad deben ser ejemplos de buenas prácticas y cumplir rigurosamente las normas de fotoprotección.
- 9. Evaluación:** deben evaluar periódicamente el grado de implementación y los resultados de las políticas de fotoprotección y diseñar planes de mejora continua.
- 10. Vigilancia de la salud:** deben promover programas de vigilancia de la salud para las personas con mayor riesgo de daño solar.

5.13 BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

1. **Gandini S, Doré JF, Autier P, et al.** *Epidemiological evidence of carcinogenicity of sunbed use and of efficacy of preventive measures.* J Eur Acad Dermatol Venereol. 2019 Mar;33 Suppl 2:57-62. doi: 10.1111/jdv.15320.

2. **Suppa M, Gandini S, Bulliard JL, et al.** *Who, why, where: an overview of determinants of sunbed use in Europe.* J Eur Acad Dermatol Venereol. 2019 Mar;33 Suppl 2:6-12.

3. **Blázquez-Sánchez N, Rivas-Ruiz F, Bueno-Fernández S, et al.** *Photoprotection habits, attitudes and knowledge among school communities in the Costa del sol (Spain).* Eur J Public Health. 2021 Feb 23;ckab010. doi: 10.1093/eurpub/ckab010

4. **Gilaberte Y, Carrascosa JM.** *Realidades y retos de la fotoprotección en la infancia.* Actas Dermo-Sifiliográficas, 2014 ; 105 (3): 253-262. <https://doi.org/10.1016/j.ad.2013.05.004>.

5. **Fernández-Morano, T, De Troya-Martín, M, Rivas-Ruiz, F. et al.** *Comportamientos, actitudes y conciencia sobre la exposición solar en adolescentes de la Costa del sol.* Eur J Dermatol 24, 85–93 (2014). <https://doi.org/10.1684/ejd.2014.2266>

6. **Cokkinides VE, Johnston-Davis K, Weinstock M, et al.** *Sun exposure and sun-protection behaviors and attitudes among U.S. youth, 11 to 18 years of age.* Prev Med. 2001 Sep;33(3):141-51. doi: 10.1006/pmed.2001.0877

7. **Garrote A, Bonet R.** *La protección solar en las personas maduras.* Offarm [Internet].2003;22(6):62–8. Available from: file:///0212047X/0000002200000006/v0_201305170908/13049107/v0_201305170908/es/main.assets ER

8. **Del Boz J, Fernández T, Padilla L, et al.** *Skin cancer prevention and detection campaign at golf courses on Spain's Costa del Sol.* Actas Dermosifilogr 2015; 106: 51-60.

9. **Moehrle M.** *Outdoor sports and skin cancer.* Clin Dermatol. 2008 Jan-Feb;26(1):12-5. doi: 10.1016/j.clindermatol.2007.10.001. PMID: 18280899.

10. **Castro-Maqueda G, Gutierrez-Manzanedo JV, Ponce-González JG, et al.** *Sun Protection Habits and Sunburn in Elite Aquatics Athletes: Surfers, Windsurfers and Olympic Sailors.* J Cancer Educ. 2020 Apr;35(2):312-320.

11. **Reinau D, Weiss M, Meier CR, et al.** *Conocimientos, actitudes y comportamientos protectores relacionados con el sol de los trabajadores al aire libre: una revisión sistemática de estudios transversales e intervencionistas.* Br J Dermatol. Mayo de 2013; 168 (5): 928-40. doi: 10.1111 / bjd.12160.

12. **Hault K, Rönsch H, Beissert S, et al.** *Conocimiento de los trabajadores al aire libre sobre los efectos de la radiación UV natural y los métodos de protección contra la exposición.* J Eur Acad Dermatol Venereol. Abril de 2016; 30 Suppl 3: 34-7. doi: 10.1111 / jdv.13631.

13. **De Troya M, Delgado N, Blázquez N, et al.** *Skin cancer prevention campaign aimed at beachgoers on the Costa del Sol (southern Spain).* Int J Dermatol2014; 53:526-30.

14. **De Troya M, De Gálvez MV, Rivas F, et al.** *Prevalence and predictors of sunburn among beachgoers.* Photodermatol Photoimmunol Photomed 2018; 34(2): 122-129.

15. **Hinton AN, Goldminz AM.** *Sintiendo las quemaduras: fototoxicidad y fotoalergia.* Dermatol Clin. Enero de 2020; 38 (1): 165-175. doi: 10.1016 / j.det.2019.08.010. PMID: 31753189

16. **Blakely KM, Drucker AM, Rosen CF.** *Fotosensibilidad inducida por fármacos: una actualización: fármacos culpables, prevención y tratamiento.* Drug Saf. Julio de 2019; 42 (7): 827-847. doi: 10.1007 / s40264-019-00806-5.

CAPÍTULO VI

PREGUNTAS FRECUENTES

Belén Ramírez López, Pablo Gilabert Bautista y
José Vicente Gutiérrez Manzanedo

· Más información sobre autores pag. 274



6.1 RADIACIONES SOLARES

1. ¿QUÉ RADIACIONES EMITE EL SOL?

El Sol emite energía en forma de radiación electromagnética de diferentes frecuencias, entre las cuales destacan las radiaciones ultravioleta (6% del total; es la de mayor energía, con longitud de onda entre 100 y 400 nm), la luz visible (52%, con longitud de onda entre 400 y 760 nm y la única que podemos observar en forma de colores), la infrarroja (42%, la de menor energía, con longitudes entre 760 nm y 1 mm, que percibimos como calor) (Figura 6.1).

Espectro solar

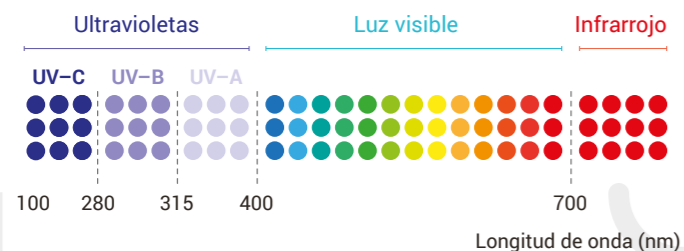


Figura 6.1. Espectro de radiación solar.

2. ¿QUÉ ES LA LUZ INFRARROJA?

Es la radiación con la longitud de onda más larga de todas las emitidas por el Sol, de más de 700 nanómetros, localizada entre la luz visible y los rayos X del espectro electromagnético. Lleva poca energía asociada. Gran parte es absorbida por la atmósfera, de modo que a la superficie terrestre solo llega una pequeña proporción de ella.

3. ¿QUÉ SON LAS RADIACIONES UV?

Es un tipo de radiación electromagnética proveniente de los rayos solares que tienen una longitud de onda de corto alcance, entre los 100 y los 400 nm. Son imperceptibles para el ojo humano. La radiación solar que llega a la superficie de la Tierra no es la totalidad de la emitida por el Sol, dado que el oxígeno y el nitrógeno de la atmósfera dispersan, reflejan y absorben gran parte de esta radiación.

4. ¿CUÁNTOS TIPOS DE RADIACIONES ULTRAVIOLETA EXISTEN?

Clasificamos las radiaciones ultravioletas en base a la longitud de onda que tengan; de este modo podemos distinguir tres tipos: UVA ($\lambda = 315-400$ nm), UVB ($\lambda = 280-315$ nm) y UVC ($\lambda = 100-280$ nm). Existe una relación inversa entre la longitud de onda y el potencial biológico de la misma (figura 6.2). Las características de cada tipo de radiación son UVA, UVB y UVC son las siguientes:

-UVA: Este tipo de radiación es la más débil y menos nociva, aunque repercute en nuestra salud. Es la más constante, por lo que está asociada a los daños que sufre la piel a largo plazo. Tiene la capacidad de

penetrar en la piel de forma más profunda, siendo la encargada del bronceado de ésta.

-UVB: Es la radiación que está más asociada a la aparición de cáncer de piel, quemaduras solares y daños sobre el ADN de los seres humanos. La parte positiva es que la atmósfera absorbe gran parte de esta radiación minimizando el alcance que tenemos de ellos sobre la superficie terrestre.

-UVC: Son las radiaciones más nocivas debido a su gran energía, pero no penetran en nuestra atmósfera dado que son absorbidos en la estratosfera y no forman parte de la luz solar.

5. ¿QUÉ FACTORES AMBIENTALES INFLUYEN EN LA INTENSIDAD DE LAS RADIACIONES UV QUE RECIBIMOS?

Entre los factores que influyen en la intensidad de la radiación UV (capítulo I, apartado 'Variaciones de la radiación solar') figuran:

- **La capa de ozono:** actúa como una película protectora, ya que reúne el 90% de ozono de la atmósfera y absorbe casi la totalidad de las radiaciones UVC (entre el 97% y 99%), gran parte de la UVB y una pequeña cantidad de la UVA (Figura 6.2). En cambio, sí deja pasar las radiaciones UV de largo alcance, las cuales son altamente necesarias pues gracias a ellas las plantas pueden realizar la fotosíntesis y por tanto se mantiene la vida en el planeta tierra. El desgaste de la capa de ozono provoca graves daños para los seres vivos y para el planeta.

- **El ángulo cenital solar:** varía a lo largo del día, con las estaciones del año y según la latitud. A mayor verticalidad mayor será la incidencia de la radiación UV, haciendo que esta sea más potente en las estaciones de primavera y verano, en las zonas más próximas al ecuador terrestre y entre las 11 y las 17 h.

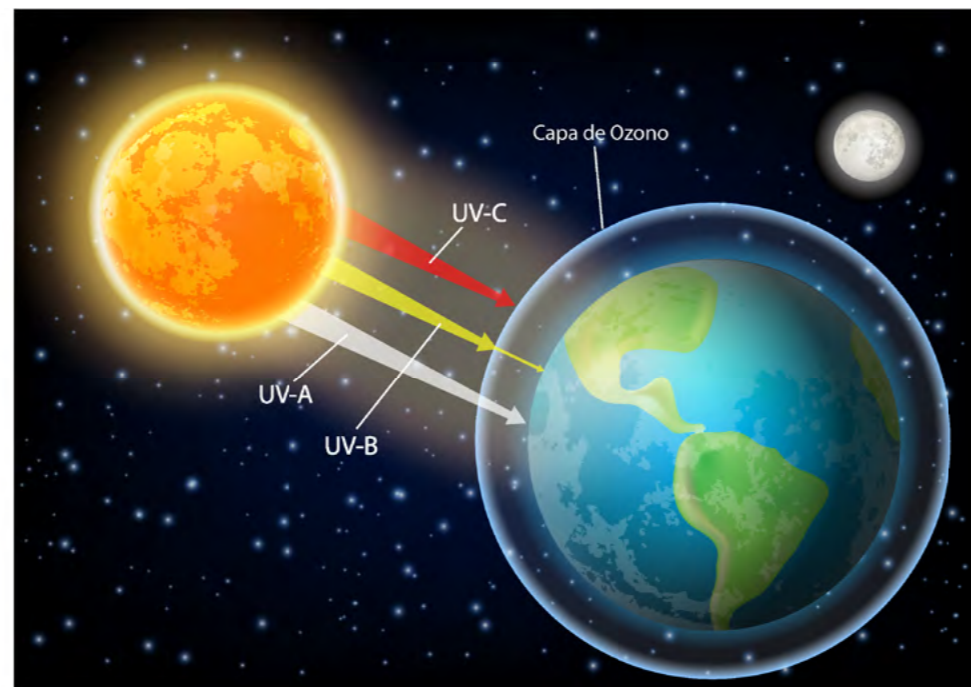


Figura 6.2. Penetración de la radiación UV en la Tierra.

- **La altitud:** condiciona el espesor de la capa atmosférica que debe atravesar la radiación solar. Así pues, a mayor altitud mayor es la intensidad de los UV (a razón de un 4% por cada 300 metros de elevación) ¹.

- **Formación nubosa:** las nubes actúan en algunos casos como escudo para los rayos UV, pero en otros casos aumentan la exposición de la radiación ultravioleta al reflejar sus rayos. Junto con ellas hay otros factores, como la niebla y la contaminación, que pueden reducir la radiación UV entre un 10 y un 90% ².

- **El albedo:** existen superficies reflectantes que actúan aumentando la incidencia de la radiación UV en la Tierra, como el agua, la arena, la nieve, el pavimento o la hierba, lo que lleva a un aumento en la exposición a estos rayos. El agua del mar puede reflejar hasta el 25% de la radiación UV, mientras que el agua dulce lo hace cerca del 5%, como la hierba o la tierra. La arena seca de la playa refleja el 17% y la nieve hasta el 85% (hay abundante información al respecto en capítulos anteriores) ³.



6. ¿QUÉ FORMAS DE RADIACIÓN SOLAR RECIBIMOS?

Recibimos tres formas de radiación:

- **Radiación directa:** realiza una trayectoria recta desde el sol hasta la superficie terrestre; por tanto, es la que proyecta sombra sobre los objetos según la dirección que lleve.

- **Radiación difusa:** su proyección se dispersa al contacto con las moléculas de la atmósfera y por esa razón no se proyecta en los objetos.

- **Radiación refleja:** es la consecuencia de la reflexión de las radiaciones al contacto con otras superficies, como asfalto, nieve o agua del mar (Figura 6.3).
(Ver 'Radiación directa, difusa y refleja' en el capítulo I).

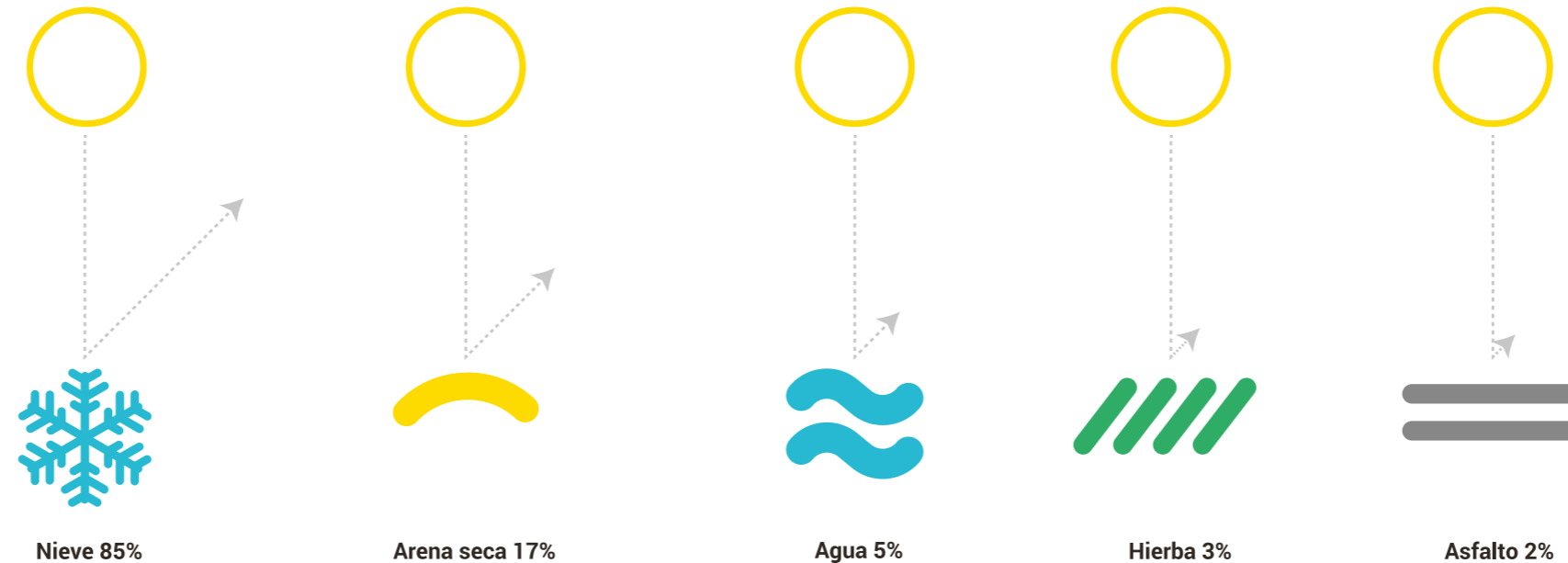


Figura 6.3.
Radiación solar reflejada en distintas superficies (Chadyšiene R and Girgždys A, 2008)

7. ¿INTERVIENE EL ESTADO DE LA CAPA DE OZONO EN NUESTRA SALUD?

La reducción en el espesor de la capa de ozono hace que se debilite su capacidad de absorción de las radiaciones UV. Por esa razón nos llega un mayor número de radiaciones solares a la superficie terrestre (especialmente de radiaciones UVB), perjudiciales tanto para la salud humana como para los reinos animal y vegetal.

8. ¿QUÉ ES EL ÍNDICE UVI?

El índice ultravioleta (UVI) es una medida de intensidad que mide la cantidad de radiación UV que llega a la superficie terrestre (ver capítulo IV, 'Estrategias adicionales de fotoprotección'). Esta radiación UV varía a lo largo del día y alcanza su valor máximo hacia el mediodía en ausencia de nubes. Para calcularlo se obtienen las distintas longitudes de onda ultravioleta y se promedian las variaciones de la radiación por periodos de 10 a 30 minutos. Se expresa en valor numérico a partir del cero, de modo que, cuanto mayor sea el índice, mayor será la probabilidad de que la exposición a los rayos ultravioleta dañe la piel y los ojos, y menor el tiempo que tardarán en ocurrir estos daños. El UVI permite advertir a la población de la necesidad de adoptar medidas de fotoprotección si se va a realizar algún tipo de actividad al aire libre.

Este índice UVI indica (Figura 6.4):

- EXPOSICIÓN BAJA (INFERIOR A 3).
- EXPOSICIÓN MODERADA (3-5).
- EXPOSICIÓN ALTA (6-7).
- EXPOSICIÓN MUY ALTA (8-10).
- EXPOSICIÓN EXTREMADAMENTE ALTA (SUPERIOR A 11).

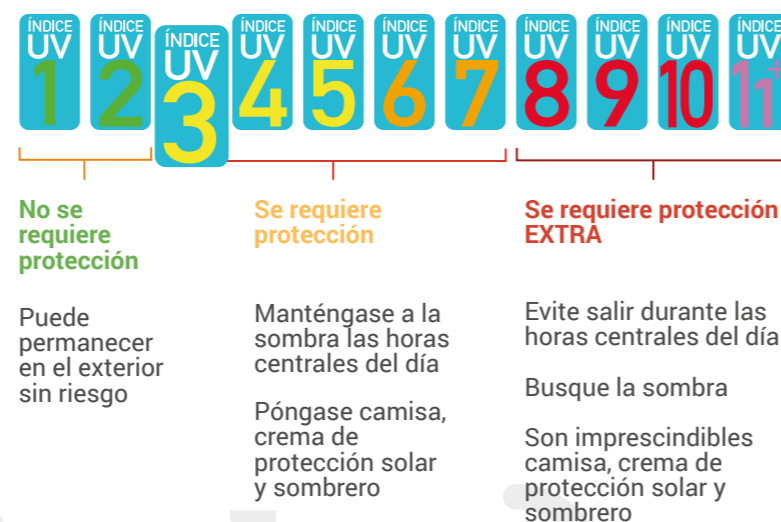


Figura 6.4. Sistemas de protección solar recomendada. (OMS, 2002. Índice UV solar mundial: Guía práctica)

9. ¿DÓNDE PUEDO CONOCER CUÁL ES EL UVI EN MI CIUDAD?

En España, podemos consultar esta información en la Agencia Estatal de Meteorología (<http://www.aemet.es/es/eltiempo/prediccion/radiacionuv>), así como en diferentes fuentes oficiales y aplicaciones.

10. ¿CUÁNDO HE DE PROTEGERME DE LAS RADIACIONES UV?

Siempre, cada día. Pero hay que tener especial cuidado en los meses estivales (desde finales de primavera a principios de otoño) y durante las horas centrales del día (de 11 a 17 h). Personas en riesgo o trabajadores de exterior han de mantener su nivel de alerta y fotoprotección en todo momento.



6.2 RADIACIONES SOLARES Y SALUD

11. ¿QUÉ BENEFICIOS TIENE EL SOL PARA NUESTRA SALUD?

Uno de los principales beneficios del sol para nuestro organismo es la síntesis de la vitamina D, pues al contacto con los rayos solares nuestra piel genera este nutriente que juega un papel importantísimo en el proceso de mineralización ósea (ver 'Efectos beneficiosos de la radiación solar en la salud', capítulo II). Además, interviene en la creación de más glóbulos blancos: nuestras defensas se beneficiarán y mejorará nuestro estado inmunológico. Produce un aumento en la circulación de la sangre,

por lo que reduce la tensión arterial y favorece la circulación sanguínea periférica. Reduce los niveles de colesterol. Mejora el estado anímico gracias a la liberación de endorfinas y el aumento de la serotonina como respuesta tras la exposición solar. Mejora la apariencia de la piel y diversas enfermedades inflamatorias cutáneas como la psoriasis y el eccema, entre otras ⁴.



12. ¿MEJORA UNA EXPOSICIÓN SOLAR MODERADA Y CONTROLADA NUESTRO ESTADO DE ÁNIMO?

Sí, la luz del sol resulta muy importante para mantener un estado de ánimo óptimo. Con el sol, la glándula epífisis, situada en el cerebro, **segrega serotonina**, mientras que en la oscuridad fabrica melatonina, causante del bajón de ánimo y la depresión.

No se sabe muy bien cómo llega la luz desde la retina del ojo hasta la epífisis. Lo que sí se sabe es que la glándula está situada en un lugar decisivo dentro del cerebro, el hipotálamo, una región desde la cual se controlan las funciones primordiales del cuerpo (respiración, tensión

sanguínea, calor corporal, etc.). Aquí es donde se cruzan los nervios de la vista y, desde aquí, al parecer, se controla también todo nuestro mundo sentimental y emotivo. Exponernos diariamente a unos minutos de luz solar es importante para nuestra salud y bienestar mental. Aumenta la producción de vitamina D, que ayuda al organismo a absorber y utilizar el calcio, además de proporcionarle vitamina C. También, como ya hemos comentado, ayuda a regular las hormonas, como melatonina y serotonina. La primera ayuda a conciliar el sueño, mientras que la serotonina afecta el estado de ánimo. Muy poca o demasiada melatonina y serotonina causan falta de energía, depresión y fatiga (ver 'Efectos psicológicos de la radiación solar', capítulo II).

13. ¿CÓMO INFLUYEN LAS RADIACIONES SOLARES EN EL SUEÑO?

La luz solar influye en nuestro sueño mediante la regulación de la síntesis de melatonina. La luz solar bloquea la secreción de melatonina en la sangre, que es la hormona encargada de controlar las fases de sueño y vigilia. Cuando hay sol, la melatonina desciende. Esto hace que estemos más activos y que, por lo tanto, aumente nuestro nivel de atención. Por la noche, los índices de esta hormona se disparan y nos produce somnolencia.

En verano los días se alargan y, por lo general, dormimos menos horas, pero a pesar de eso nos levantamos descansados ⁵. La explicación es sencilla: los rayos ultravioletas actúan como un potente café en el desayuno, impiden que el organismo produzca melatonina y por ello estamos más despiertos y con ganas de hacer cosas. El sueño en verano es más reparador y tenemos mayor sensación de descanso cada mañana.



14. ¿CÓMO AYUDAN LAS RADIACIONES SOLARES EN LA PREVENCIÓN DE LA OSTEOPOROSIS?

Mediante la síntesis de vitamina D. La fuente principal de vitamina D es la exposición de la piel a la luz del sol: en concreto, la fracción ultravioleta UVB es la que lo estimula cuando entra en contacto con la piel. La vitamina D actúa sobre el intestino, favorece la absorción de calcio y por lo tanto facilita la mineralización ósea y disminuye el riesgo de osteoporosis y fractura.

Una exposición adecuada de luz solar, de 15 a 20 minutos al día en brazos y piernas, nos proporciona la cantidad suficiente de vitamina D (30 g/ml) para la calcificación de los huesos. Estos minutos son fáciles de conseguir

para la mayoría de la población española en primavera y en verano. Sin embargo, el frío y la poca luz solar del resto de estaciones no garantizan una producción suficiente de vitamina D durante todo el año. Para ello, los excedentes de esta vitamina liposoluble se almacenan en el tejido graso del organismo para un uso posterior ⁶.

15. ¿CÓMO INFLUYE EL SOL EN LAS DIFERENTES ENFERMEDADES CUTÁNEAS?

Las radiaciones solares actúan sobre el sistema inmunológico, lo cual es beneficioso en numerosas enfermedades. Las radiaciones UVA intervienen en los mecanismos de defensa inmunológicos y favorecen cierto grado de inmunosupresión. Actúan disminuyendo el número y función de las células de Langerhans, disminuyen los linfocitos T helper circulantes, intervienen en la formación de linfocitos T supresores específicos de alérgenos, producción de citoquinas por los queratinocitos irradiados, y tienen un efecto citotóxico selectivo para ciertas células, lo que les confiere un importante poder antiinflamatorio. Dicho de otro modo, dichas radiaciones pueden dar lugar a dos

situaciones contrapuestas: por un lado, se favorece la aparición de diversas enfermedades y, por otro, el efecto antiinflamatorio puede ser empleado como terapia en muchas otras ⁷.

En la actualidad, estos efectos antiinflamatorios de la luz solar se utilizan como arma terapéutica en numerosas enfermedades cutáneas que cursan con inflamación y alteración en el sistema inmunitario: psoriasis, micosis fungoide, dermatitis atópica, vitiligo, fotodermatosis, granuloma anular, etc. Sin embargo, en determinadas situaciones, la luz solar y en particular la radiación UV, es capaz de provocar situaciones patológicas en la piel, y exacerbar un gran número de enfermedades cutáneas. A este conjunto de enfermedades cutáneas en las que el sol interviene en la génesis del proceso se lo conoce como fotodermatosis.

16. ¿POR QUÉ MEJORA EL ACNÉ CON EL SOL?

Tanto los pacientes como los dermatólogos tenemos la experiencia de que el acné mejora en verano. Es cierto que el sol puede mejorar transitoriamente el acné leve. Esto sucede porque la radiación UV es bactericida (puede eliminar bacterias implicadas en la génesis del acné) y, además, debido al efecto inmunosupresor de los rayos del sol, las lesiones inflamatorias pueden reducirse.

No obstante, existe un tipo de acné que aparece con el sol (**acné estival o acné Mallorca**), que solo aparece en verano y es consecuencia de la exposición solar.

17. ¿QUÉ PERJUICIOS TIENEN LAS RADIACIONES SOLARES?

A corto plazo, quemaduras solares; a largo plazo se relacionan con la aparición de diferentes cánceres de piel (melanoma y no melanoma), envejecimiento prematuro y otros problemas cutáneos, además de la inhibición del sistema inmunitario.

18. ¿POR QUÉ ES PELIGROSO QUEMARNOS?

El daño más inmediato de la exposición solar excesiva es la quemadura. Cuando se produce una exposición intensa al sol la piel responde inicialmente con la producción de pigmento (melanina) como medida de protección, lo que se traduce en el bronceado cutáneo. La melanina absorbe las radiaciones UV y las convierte en calor; así evita que se dañe el ADN de las células. Sin embargo, en ocasiones la exposición solar supera la capacidad de la piel para generar este mecanismo de defensa. Se provoca entonces una inflamación cutánea que se manifiesta como la quemadura solar: enrojecimiento de la piel (eritema), sensibilidad y dolor y, en casos más graves, formación de ampollas.



Pero más allá del daño agudo que supone la quemadura, su importancia radica en su implicación a largo plazo, ya que una historia de quemaduras solares, especialmente en la infancia y adolescencia, es un factor de riesgo para el desarrollo de cáncer de piel (ver capítulo III) ⁸. Por ello, evitar las quemaduras solares en las primeras décadas de la vida constituye una de las principales medidas para prevenir el cáncer de piel en la edad adulta.

19. ¿CÓMO AFECTA LA RADIACIÓN A NIÑOS Y JÓVENES?

Niños y jóvenes se consideran más susceptibles que los adultos a los efectos nocivos de las radiaciones UV por varios motivos. Por un lado, los episodios de quemaduras solares en estas etapas de la vida constituyen un factor de riesgo para el desarrollo de melanoma en la vida adulta. Además, existe una asociación entre la exposición solar en la infancia y el desarrollo de nevus melanocíticos, lo que constituye un signo de daño solar y un marcador de riesgo para melanoma ⁹. Por último, en el caso de los adolescentes, el uso de cabinas de bronceado también se asocia con un mayor riesgo de aparición de cáncer de piel.

20. ¿POR QUÉ EL SOL ACELERA EL ENVEJECIMIENTO DE NUESTRA PIEL?

Una exposición excesiva a la radiación UV acelera este proceso de envejecimiento cutáneo, lo que se conoce como **envejecimiento prematuro o fotoenvejecimiento**. Frente al envejecimiento cronológico de la piel, caracterizado por arrugas finas y pérdida moderada de laxitud, el fotoenvejecimiento presenta sequedad, arrugas profundas, pérdida de elasticidad, aparición de manchas (léntigos) y dilataciones vasculares, y engrosamiento de la piel. Se estima que el 90% de las causas de envejecimiento cutáneo se deben a la exposición solar y el 10% al paso del tiempo. En el proceso de fotoenvejecimiento, la radiación UVA tiene un rol central debido a su capacidad de penetrar las capas profundas de la piel. La UVB también contribuye y, en menor medida, la infrarroja y la luz visible. Los rayos UVA desencadenan cambios moleculares acumulativos, responsables del daño en el colágeno y la elastina cutánea que llevan a la aparición de manchas, arrugas y flacidez en la piel ¹⁰.



21. ¿QUÉ EFECTO TIENE EL SOL SOBRE NUESTRAS DEFENSAS INMUNOLÓGICAS?

Tanto la radiación UVA como la UVB tienen capacidad de provocar, aunque por diferentes mecanismos, daños moleculares en las células de la piel. La radiación UVB es absorbida por el ADN celular y provoca mutaciones. La UVA desencadena daños por estrés oxidativo. Estos efectos tienen carácter acumulativo y derivan en un progresivo deterioro estructural y funcional de la célula.

De forma natural disponemos de una proteína llamada p53, que es una proteína supresora tumoral; es decir, previene el desarrollo de tumores malignos. La **proteína**

p53 se activa ante diversos estímulos, como el daño en el ADN producido por radiación UVB o el estrés oxidativo por UVA. Dicha proteína es responsable de poner en marcha varios mecanismos, como la activación de proteínas reparadoras del ADN o, en los casos en los que el daño se considera irreparable, generar la muerte celular programada (denominado *apoptosis*) para eliminar células que podrían convertirse en tumores malignos.

Sin embargo, **cuando existe un exceso de radiación solar, se puede alterar secundariamente la función de los glóbulos blancos y debilitar este sistema de defensa natural**. Las radiaciones solares producen cambios inmunológicos, lo

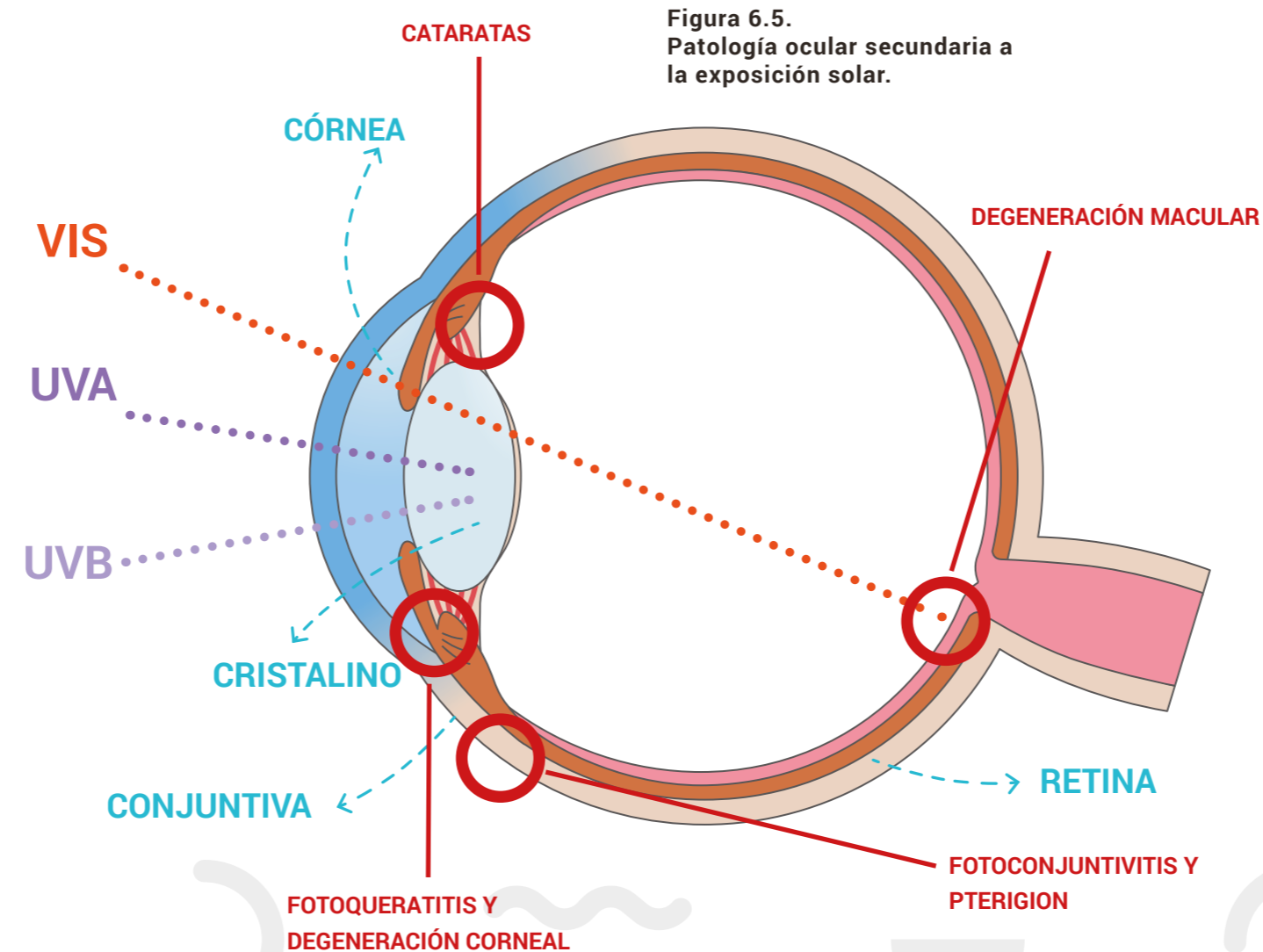
que favorece el desarrollo de algunas enfermedades inflamatorias o incluso cánceres de piel en las que en su patogenia existe un trastorno que cursa con alteración de la respuesta inmunitaria. Otra de las consecuencias de esta inmunosupresión provocada por la exposición a radiación ultravioleta es la disminución de la respuesta a antígenos como son algunos microorganismos. Por este motivo, es frecuente observar la reactivación de virus acantonados en el organismo tras la exposición a la radiación UV, como ocurre, por ejemplo, con el herpes labial.



22. ¿CÓMO AFECTAN LAS RADIACIONES SOLARES A LA SALUD DE NUESTROS OJOS?

La córnea y el cristalino son los tejidos oculares que absorben mayor cantidad de radiación UV y, por tanto, los más expuestos a ser dañados. La córnea absorbe principalmente radiación UVB por debajo de 300 nm, mientras que el cristalino absorbe UVA por debajo de 370 nm¹¹. Según el tiempo de exposición, la patología ocular por radiación UV puede clasificarse en aguda o crónica (ver 'Efectos perjudiciales sobre los ojos', capítulo II) (Figura 6.5).^{12,13}

- La **fotoqueratitis** y la **fotoconjuntivitis** son efectos agudos de la exposición a la RUV. Se trata de reacciones reversibles, inflamatorias provocadas por una excesiva absorción de radiación UVB. Se manifiestan con dolor intenso, lagrimeo, blefaroespasma y fotofobia que aparecen a las pocas horas de la exposición. Una hora de exposición a los rayos UV reflejados por la nieve o 6-8 horas de exposición a la luz reflejada en la arena en mediodía es suficiente para llegar al umbral de fotoqueratitis.



- Las **cataratas** son el efecto crónico ocular más frecuente de la radiación UV. El cristalino absorbe tanto UVA como UVB. La exposición diaria al UV induce la producción de especies reactivas de oxígeno en el cristalino, lo que ocasiona secundariamente daños del ADN y al entrecruzamiento de las proteínas, que derivan en la formación de cataratas. Según estimaciones de la OMS, a nivel mundial, las cataratas son causa de ceguera en 12-15 millones de personas al año¹⁵. Hasta un 20% de estos casos tienen como principal agente causal la radiación UV. Otras patologías crónicas inducidas por esta son el **pterigion**, la **degeneración corneal** o el **cáncer cutáneo** (cáncer cutáneo periocular, carcinoma espinocelular en conjuntiva y córnea o melanoma uveal).

Finalmente, la porción de radiación UV que no es absorbida por córnea y cristalino será transmitida y podrá afectar la retina, lo que contribuirá al desarrollo de **degeneración macular senil** relacionada con la edad.

23. ¿QUÉ ES EL CÁNCER DE PIEL?

El cáncer de piel engloba a un numeroso grupo de tumores que tienen en común el crecimiento incontrolado de células de la piel. Aunque puede tener distintas causas, la más frecuente es la exposición excesiva a la radiación UV. El cáncer de piel se divide en 2 grupos debido a su diferente pronóstico: el melanoma y el cáncer cutáneo no melanoma (carcinoma basocelular y carcinoma epidermoide) (Ver capítulo III).

24. ¿ES FRECUENTE EL CÁNCER DE PIEL?

El cáncer de piel es el más común de todos los tipos de cáncer. Desde 1960, los índices de cáncer de piel están aumentando en todo el mundo a un ritmo de un 3 a un 8% anual. En España, las tasas de incidencia de cáncer de piel se han incrementado significativamente durante el periodo de 1978 a 2002 y se han triplicado en la última década, sobre todo entre las mujeres y los más jóvenes. Constituye el tipo de cáncer más frecuente en nuestro país y uno de los menos considerados^{15,16,17,18}. Según la OMS, la exposición excesiva a las radiaciones ultravioleta, principal causa de padecer cáncer de piel, fue la responsable de que en el año 2000 se perdieran 1,5 millones de años AVAD (medida para expresar el número de años perdidos por una enfermedad)¹⁹. Las estadísticas nos muestran que una de cada seis personas padeceremos algún tipo de cáncer de piel a lo largo de nuestras vidas.

25. ¿QUÉ TIPOS DE CÁNCER DE PIEL EXISTEN?

- **Carcinoma basocelular:** el más frecuente, constituye el 80% de los casos de cáncer de piel no melanomas. Especialmente se presenta en adultos varones de edad más prolongada que han estado expuestos a patrones crónicos de exposición solar. Les ataca especialmente a las áreas de su piel que están más expuestas al sol: cara, cuero cabelludo, orejas, cuello y espalda. Es de lento crecimiento y asintomático durante muchos años²⁰.

- **Carcinoma espinocelular:** es el segundo más frecuente, pues representa el 20% restante de los casos de cáncer de piel no melanomas. Se repite el patrón de alcanzar especialmente a varones de edad superior a los 70 años. En este caso las áreas de afectación son aquellas porciones de piel fotoexpuestas como el cuero cabelludo, pabellones auriculares, dorso de antebrazos y manos. En etapas iniciales suelen presentarse como placas rojizas, de tacto áspero, con tendencias a persistir en el tiempo y hacerse más rugosas,

pudiendo llegar a formar grandes masas. Hay una tendencia a que aparezcan sobre tejidos previamente lesionados, así la queratosis actínica suele ser su principal precursor. Son factores de mal pronóstico del carcinoma espinocelular (CEC) el tamaño del tumor, la velocidad de crecimiento, la localización, la mala delimitación, la aparición de novo, la inmunosupresión, la radioterapia previa, el proceso inflamatorio crónico previo y síntomas neurológicos asociados²⁰.

- **Melanoma:** es el menos frecuente, pues solo representa el 5% del total del cáncer de piel, pero es el más peligroso por su desarrollo y por las posibilidades de generar metástasis. Es el responsable del 80% de las muertes a consecuencia del cáncer de piel. En este caso, la afectación es indistinta entre hombres y mujeres, pero sí hay una tendencia a que se dé en población joven de entre 20 y 45 años (el 50% de los casos se presenta en personas menores de 55 años). Puede aparecer en cualquier parte del cuerpo, pero en el hombre ocurre con más frecuencia en la espalda y en la mujer, en las piernas²¹.

26. ¿ES EL MELANOMA MUY FRECUENTE EN ESPAÑA?

En la actualidad, la incidencia del melanoma en España es de 9,7 casos por cada 100.000 habitantes. La mortalidad en España en 2018 por melanoma maligno fue de 982 casos, de los cuales 551 fueron hombres y 431 mujeres (fuente: INE). En contrapartida, la supervivencia observada a los cinco años sería de un 75,8 % en hombres y un 84,6% en mujeres (fuente: Red Española de Registros de Cáncer REDECAN). La buena noticia es que, aunque la incidencia de casos de melanoma va en aumento, tanto la mortalidad como la supervivencia han mejorado mucho gracias a las campañas de concienciación y prevención del cáncer de piel.

27. ¿EN QUÉ CONSISTE LA CAMPAÑA DEL EUROMELANOMA?

Se trata de una campaña a nivel europeo para informar y concienciar sobre la magnitud del problema de salud pública que supone el cáncer de piel y las estrategias que existen para evitar que se desarrolle la enfermedad (prevención primaria) y realizar un diagnóstico precoz (prevención secundaria). Actualmente participan más de 30 países en Europa, y la campaña tiene lugar durante el mes de mayo principalmente. En España, la campaña del Euromelanoma está organizada por la Academia Española de Dermatología y Venereología. Para solicitar una cita en busca de lesiones sospechosas, puede hacerse a través de la página web de la Academia Española de Dermatología y Venereología (www.aedv.es).

29. ¿CÓMO DETECTAR EN CASA SIGNOS DE ALARMA DE MELANOMA?

Explore su piel y si nota que cumple cualquiera de los siguientes puntos de la regla ABCDE de los lunares (figura 6.6) consulte con su médico de cabecera:

A. Asimetría: la forma de una mitad no es igual a la de la otra mitad.

B. Bordes irregulares: los bordes del lunar no son nítidos o son desiguales y presentan muescas.

C. Color disparejo: el lunar tiene varios colores (que pueden ir desde el blanco a rosado, distintos tonos de marrones o negro) en lugar de un tono uniforme.

D. Diámetro: la lesión presenta un tamaño superior a 6 mm. Los melanomas pueden ser pequeños, pero la mayoría tienen más de 6 milímetros de diámetro.

E. Evolución: el lunar ha cambiado de forma brusca en las últimas semanas o meses.

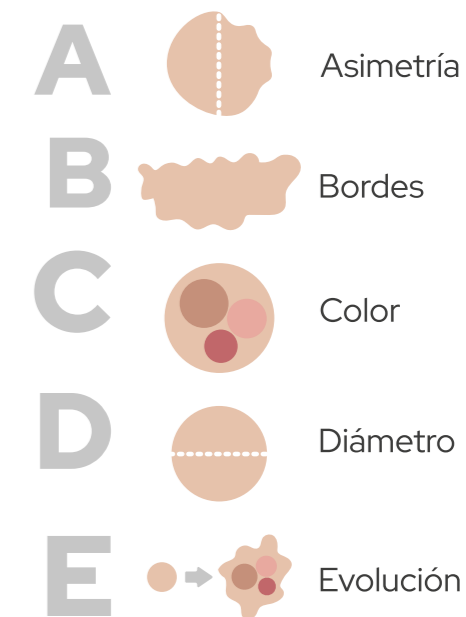


Figura 6.6.
Regla ABCDE del melanoma.

30. ¿QUÉ ES UN NEVO DISPLÁSICO (O NEVUS DISPLÁSICO)?

Es un tipo de lunar de diferente apariencia al de un lunar común, algunos médicos usan el término “lunar atípico”. Un nevo displásico puede ser más grande que un lunar común y su color, superficie y bordes pueden ser diferentes. Se trata de una lesión potencialmente maligna, por lo que, ante quemaduras solares repetidas podría transformarse en un melanoma maligno.

31. ¿QUÉ TIPO DE CÁNCER DE PIEL ES EL MÁS AGRESIVO?

El **melanoma** es la forma más agresiva de cáncer cutáneo, ya que presenta la capacidad de producir metástasis en ganglios linfáticos y otros órganos internos, lo que resulta en ocasiones letal. Otros cánceres de piel muy raramente se diseminan a zonas distintas de la superficie de la piel.

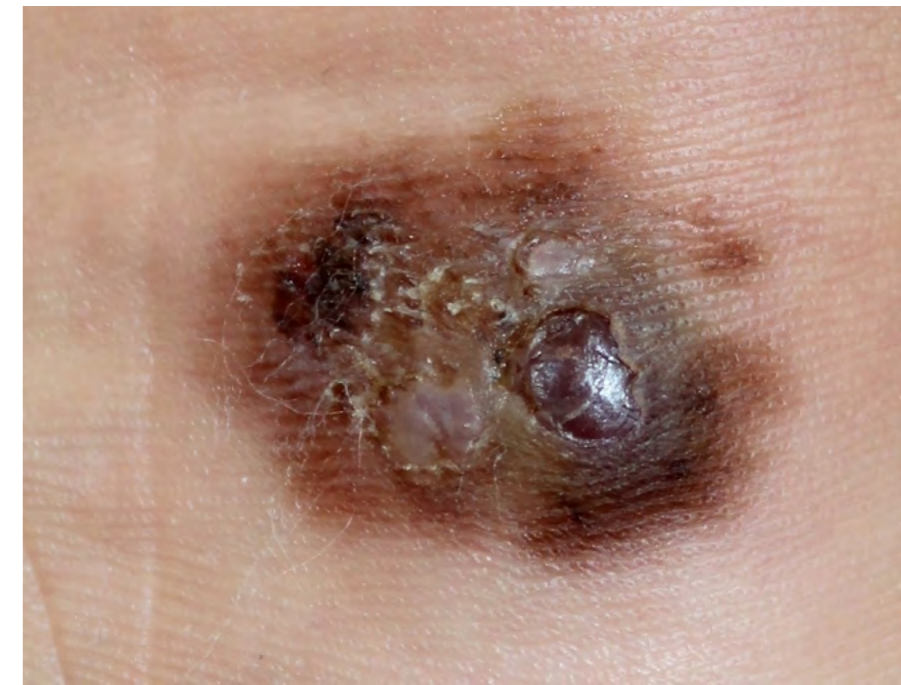
Afortunadamente, el melanoma representa solo un 5% de todos los cánceres cutáneos. Además, su pronóstico depende del estadio en el momento diagnóstico. La detección precoz de la enfermedad es una pieza clave para conseguir tasas de supervivencia cercanas al 100%.

32. EL CÁNCER DE PIEL ¿SURGE ESPONTÁNEAMENTE O A PARTIR DE OTRAS LESIONES PREVIAS?

La mayoría de los tumores cutáneos no aparecen asociados a lesiones previas. De forma muy infrecuente, la existencia de lesiones crónicas (como cicatrices de quemaduras o úlceras de diversas causas) puede predisponer al desarrollo de carcinomas espinocelulares. En el caso del melanoma, solo el 20% se asocia con lunares preexistentes.

33. ¿QUIÉNES TIENEN MÁS RIESGO DE PADECER CÁNCER DE PIEL?

Personas de piel clara, aquellos que tengan un número de lunares superior a 50, personas con historia familiar de melanoma, personas en estado de inmunosupresión, que padezcan determinadas enfermedades genéticas o personas con tratamientos inmunosupresores durante largo tiempo. Además, deberán mantener un cuidado especial los niños y las personas que pasen grandes periodos de tiempo en exposición a las radiaciones UV, bien sea por razones laborales o de ocio.



35. ¿SE PUEDE PREVENIR EL CÁNCER DE PIEL?

La Agencia Internacional de Investigación del Cáncer (IARC), mediante el Global Cancer Observatory (GCO), ha publicado el impacto de causas evitables de cáncer (como es la radiación solar), con la finalidad de difundir información relevante sobre estas causas prevenibles. De esta manera, la IARC informa de que hasta un total de 168.000 casos de tumores pueden considerarse atribuibles a la exposición a radiación solar; el número de casos es especialmente relevante en Europa (78.000 casos), Norteamérica (64.900 casos) y Oceanía (13.900 casos), en relación con fototipos cutáneos bajos (Figura 6.7).

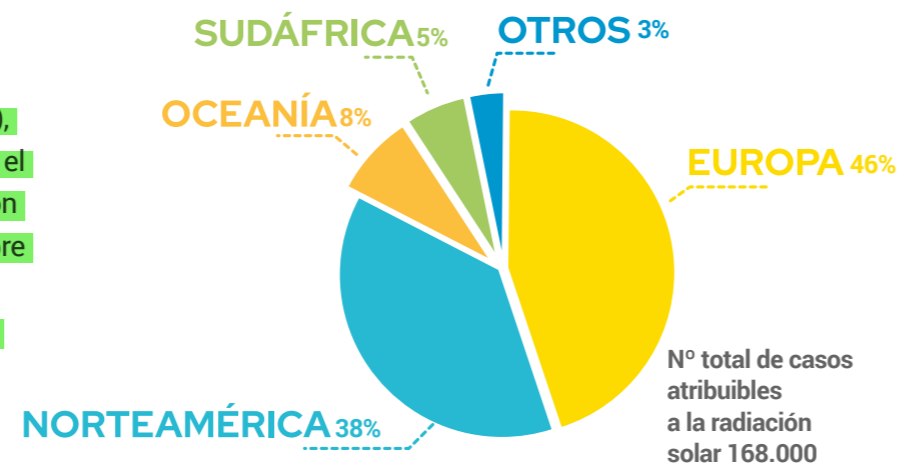


Figura 6.7- Número de casos de tumores atribuibles a la exposición a radiación ultravioleta, por continente. [Fuente: Plummer de et al (2018); gráfico: Global Cancer Observatory (<http://gco.iarc.fr/>) Agency for Research on Cancer 2019].

36. ¿CÓMO SE MANIFIESTA EL CÁNCER DE PIEL?

Las manifestaciones clínicas del cáncer cutáneo son variadas. El carcinoma basocelular puede presentarse como una pequeña herida que no cicatriza o una pequeña lesión cutánea, tipo grano, que crece lentamente y sangra al mínimo roce. Por otro lado, el carcinoma espinocelular se presenta como un tumor de mayor tamaño, con costra queratósica y crecimiento rápido, habitualmente localizado en zonas expuestas de forma crónica al sol. El melanoma habitualmente cursa como una lesión pigmentada con varias características atípicas, como asimetría, irregularidad en bordes y colores, tamaño superior a 6 mm y/o cambios bruscos en su evolución. No obstante, los melanomas a veces pueden carecer de pigmento y su diagnóstico resulta entonces más difícil.

37. ¿QUÉ SIGNIFICA QUE LA PIEL TIENE MEMORIA? ¿QUÉ ES EL CAPITAL SOLAR?

La expresión «la piel tiene memoria» hace referencia al carácter acumulativo del daño ocasionado por la radiación ultravioleta en las células cutáneas. La radiación UV provoca alteraciones en el material genético celular que, si no son reparadas por los mecanismos de reparación celular, se van acumulando hasta que, llegado un punto, el daño ya es excesivo y origina lesiones en la piel. En este sentido, la expresión «capital solar» hace referencia al hipotético número de horas finitas de exposición al sol que tiene nuestra piel. Este número suma todo el tiempo que podría estar bajo la radiación solar a lo largo de nuestra vida sin sufrir daño. Una vez superada esa cifra podrían originarse lesiones cutáneas.

38. ¿SE PUEDE HEREDAR EL MELANOMA?

De forma infrecuente, el melanoma puede tener un origen familiar. Se estima que entre el 6 y el 14 % de los casos aparecen en individuos con historia familiar de melanoma, aunque no todos son hereditarios²². Existe una serie de criterios que orientan a la existencia de melanoma familiar:

- Múltiples casos, sobre todo en parientes de primer grado (padres, hijos, hermanos).
- Múltiples melanomas en un mismo individuo.
- Presencia de cáncer de páncreas en algún miembro de la familia.

Los individuos de estas familias presentan tres veces más riesgo de desarrollar melanoma que la población general, y su riesgo de desarrollar un melanoma a lo largo de la vida es del 3%. Este riesgo se eleva al 14% cuando en la familia hay dos o más casos diagnosticados antes de los 30 años.

En estas familias se recomienda la realización de un estudio genético para determinar la existencia de mutaciones en tres genes que se asocian con una mayor susceptibilidad a desarrollar melanoma: el *oncogen CDK4* (alterado en un 2% de los casos), el *CDKN2A* (mutado en hasta el 40% de dichas familias, se asocia a aparición de melanomas y cáncer de páncreas) y *M1CR* (sus mutaciones son factor de riesgo y aumentan el riesgo en personas que además tienen mutaciones en *CDKN2A*)²². No obstante, en más del 50% de las familias consideradas de alto riesgo no se encuentra ninguna mutación patogénica.

39. ¿SON TODOS LOS MELANOMAS IGUALES?

Aunque la mayoría de los melanomas aparecen en la piel previamente expuesta al sol, existen subtipos de melanoma que no tienen relación con la exposición solar.



Melanoma acral: aparece en las zonas distales del cuerpo, tales como palmas de manos y pies, o debajo de las uñas. Supone el 5-10% de todos los melanomas y es el subtipo más frecuente en las razas no caucásicas (raza negra, asiática e hispanos). Generalmente se diagnostican en estadios más avanzados que otros tipos de melanoma, por lo que tienen peor pronóstico.

Melanoma de mucosas: son muy infrecuentes (representan el 1% de todos los casos). Aparecen por orden de frecuencia en la cabeza y el cuello (mucosa nasal y orofaríngea), en la mucosa ano-rectal, en la mucosa vulvo-vaginal y en la digestiva. Dada su localización y rareza, son difíciles de diagnosticar.

Melanoma uveal u ocular. Constituye el 3-5% de todos los melanomas, aunque a nivel ocular es el tipo de cáncer más común. Surge de los melanocitos que se localizan en el iris, el cuerpo ciliar o la coroides. A menudo se diagnostica en una etapa temprana, y en su tratamiento la cirugía y la radioterapia son modalidades básicas. No obstante, el tratamiento local conlleva una morbilidad visual significativa y la progresión metastásica no es infrecuente, por lo que generalmente asocian un pronóstico malo.

40. ¿CUÁL ES EL TRATAMIENTO DEL CÁNCER DE PIEL?

El tratamiento de elección para la mayoría de los tumores malignos de piel es la extirpación quirúrgica (Figura 6.8). La cirugía resulta curativa en la mayor parte de los casos de cáncer cutáneo no melanoma y en los melanomas en estadios incipientes. Existe una variedad de terapias no quirúrgicas alternativas para las formas de cáncer cutáneo no melanoma superficial, menos agresivas, como son la crioterapia, tratamientos quimioterápicos o inmunomoduladores tópicos, la electrocirugía o la terapia fotodinámica, entre otras.

En el caso del melanoma o de algunos tipos de cánceres no melanoma que progresan, las terapias empleadas van dirigidas a frenar la progresión de la enfermedad. En estos casos pueden ser necesarias desde terapias quirúrgicas (como la extirpación de ganglios linfáticos o metástasis localizadas) hasta el empleo de quimioterapia, inmunoterapia o radioterapia adyuvante.

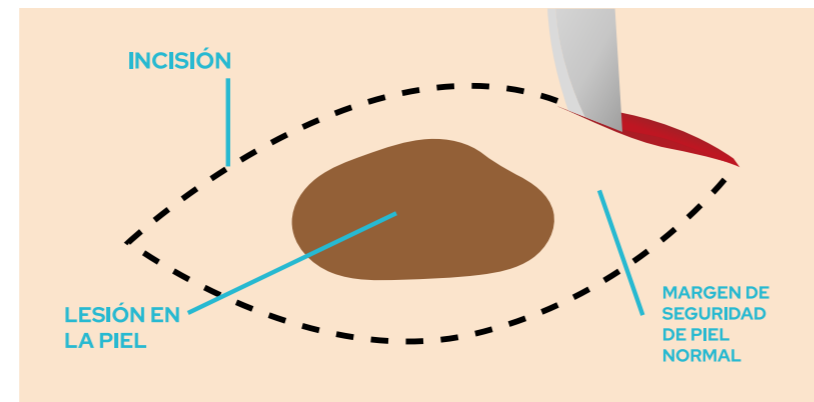


Figura 6.8 - Tratamiento quirúrgico del cáncer de piel.

6.3 FOTOTIPO Y FOTOPROTECCIÓN

41. ¿QUÉ ES EL FOTOTIPO?

La capacidad que tiene la piel para asimilar la radiación solar y que determina la respuesta que tiene ante esta.

42. ¿CÓMO SÉ CUÁL ES MI FOTOTIPO?

Existen 6 fototipos que varían según la respuesta de la piel a la radiación solar (Figura 6.9):

	FOTOTIPO I	FOTOTIPO II	FOTOTIPO III	FOTOTIPO IV	FOTOTIPO V	FOTOTIPO VI
PIEL	Rosada Muy pálida	Pálida	Clara	Morena clara	Morena oscura	Negra
CABELLO	Pelirrojo Rubio	Rubio	Cualquiera	Castaño	Marrón oscuro	Negro
OJOS	Claros	Claros	Cualquiera	Marrones	Marrones oscuros	Negros
PECAS	Frecuentes	Varias	Pocas	Casi nunca	Nunca	Nunca
SE QUEMA	Siempre	Siempre	Ligeramente	Rara vez	Difícilmente	Nunca
SE BRONCEA	Nunca	Ligeramente	Bien	Muy bien	Fácilmente	Fácilmente
PROTECCIÓN	+50	+50	50	30	+15	15

Figura 6.9- Características de los distintos fototipos de Fitzpatrick

43. ¿QUÉ TIEMPO PUEDEN ESTAR EXPUESTOS AL SOL LOS DIFERENTES FOTOTIPOS SIN QUEMARSE?

La historia personal de quemaduras solares se asocia al riesgo de padecer cáncer de piel. La quemadura solar es consecuencia de la continua radiación solar recibida. La radiación solar recibida se expresa en dosis eritémica estándar (SED) que equivale a 100 J/m². A la dosis mínima de radiación solar requerida para sufrir un eritema o enrojecimiento de la piel no fotoexpuesta se le denomina dosis eritémica mínima (MED). En este sentido, es importante conocer el tiempo mínimo de exposición solar que se necesita para sufrir un eritema. Esta duración mínima de exposición solar varía en función del fototipo cutáneo y los valores del UVI que, como sabemos, son diferentes para cada día, franja horaria y localización geográfica. Así, se estima que para

fototipos cutáneos I y II, la MED se alcanzaría al acumular entre 2 y 3 SED; para el fototipo III, al acumular entre 3 y 5 SED; y de 6 o más SED para los fototipos cutáneos IV, V y VI. En medidas de tiempo, se estiman que para alcanzar la MED en personas con fototipo I son necesarios 10 minutos, entre 15 y 20 para personas con fototipo II, 30 para el fototipo III, entre 30 y 45 para el fototipo IV y 60 minutos para personas con fototipo V (Figura 6.10). Recientemente, un estudio realizado en Málaga (España) con socorristas de playa ha mostrado cómo en junio, a las 14 horas del día, el tiempo de exposición solar mínimo para alcanzar una MED es de aproximadamente 17 minutos para personas con fototipo cutáneo II ²³.

Tipo de piel	Tiempo de exposición necesaria para la aparición de quemaduras (en minutos)
I	8 a 10 min
II	15 a 20 min
III	25 a 30 min
IV	30 a 45 min
V	Hasta 60 min

Figura 6.19- Tiempo de exposición solar que soporta cada fototipo

44. ¿CÓMO PUEDO PROTEGERME DEL SOL?

Las radiaciones solares son buenas y necesarias para nuestro organismo. Por ello no debemos dejar de disfrutar de los beneficios que el sol nos aporta, sino protegernos de sus efectos nocivos. Educarnos en medidas fotoprotectoras y ponerlas en práctica nos ayudarán en este cometido. Por tanto, siempre que exista una exposición a las radiaciones UV se recomienda emplear una combinación de estas medidas: evitar las horas de mayor incidencia (de 11 a 17 h); permanecer a la sombra; aplicar cremas de protección solar de amplio espectro, con factor de protección solar (FPS)

mayor de 30, resistentes al agua y al sudor 20 minutos antes de salir; usar ropa cuyo tejido contenga factor de protección ultravioleta (FPU) y preferiblemente prendas de color oscuro, que cubran la mayor parte de la piel, de tejido fuertemente trenzado y algodón; llevar gafas de protección solar que cumplan con los estándares de protección, de gran tamaño y que queden ajustadas a nuestro rostro, etiquetadas con el sello de la Comunidad Europea, fabricadas con material resistente y de amplio espectro que contengan los niveles 2, 3 o 4 de filtros de protección; hacer uso de sombreros de ala ancha, estilo surf o legionario.

45. ¿EXISTE UNA HORA IDEAL PARA TOMAR SOL?

Cuando decidimos tomar el sol debemos tener en cuenta dos ideas principales:

- La primera es que es necesario y beneficioso, aunque no se recomienda una exposición directa (los conocidos baños de sol en la playa).

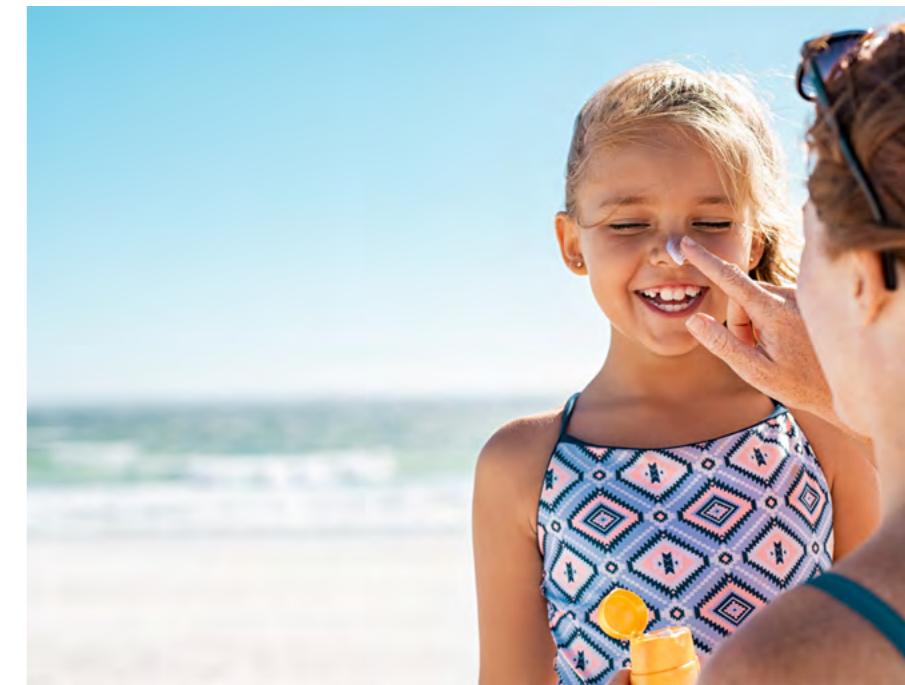
- La segunda, que debemos evitar las horas centrales del día para hacerlo (es decir, no exponernos entre las 11 y las 17 h), ya que los rayos solares son entonces mucho más peligrosos. Durante esa franja horaria se recomienda mantenerse a la sombra, emplear otras medidas de fotoprotección y exponerse muy poco a los rayos solares.

46. ¿ES SEGURO UTILIZAR CABINAS DE BRONCEADO?

No. De hecho, su uso frecuente aumenta el riesgo de padecer cáncer de piel (melanoma y no melanoma). Las cabinas de bronceado están catalogadas como agente carcinogénico por la International Agency for Research on Cancer (IARC), dado que transmiten una concentración muy alta de UVA y un porcentaje de radiaciones UVB.

47. ¿OFRECE EL PROTECTOR SOLAR UNA BUENA PROTECCIÓN?

Las cremas de fotoprotección son una herramienta muy efectiva para reducir los daños de las radiaciones UV, pero no deben ser usadas como única medida frente al sol, sino que hemos de usarlas en combinación con otras. Asimismo, hacer uso de estas cremas no es la vía para alargar nuestra exposición solar. Lo es solo para protegernos de sus efectos nocivos, por lo que deben ser reaplicadas cada dos horas o después de baños o sudoración excesiva.



48. ¿QUÉ DIFERENCIA HAY ENTRE PROTECTORES Y BLOQUEADORES?

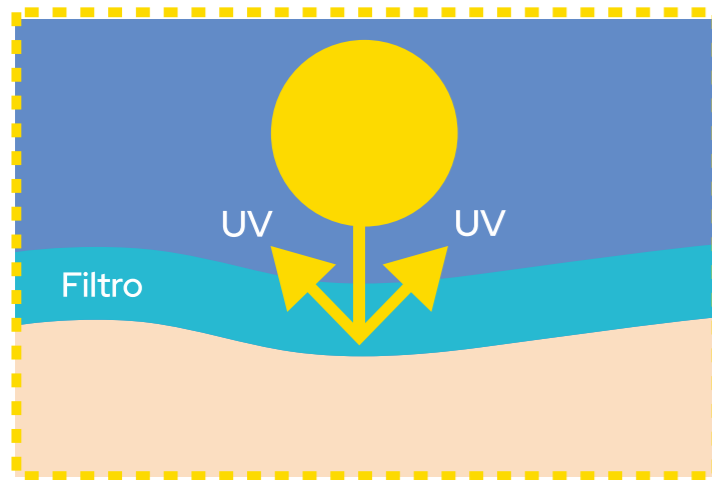
Hoy en día tenemos variedad de productos que nos protegen del sol y pueden ser clasificados como filtros, protectores o bloqueadores, dependiendo de las sustancias que contengan. Las sustancias incluidas en los filtros solares se clasifican en tres tipos (Figura 6.11):

- Filtros físicos o inorgánicos:** Actúan fundamentalmente mediante la dispersión y reflexión de la radiación, y en menor medida absorben la radiación. Podríamos decir que actúan como una pantalla, reflejando y dispersando la radiación que a ella llega. Estos filtros presentan alta estabilidad y escaso poder sensibilizante, y son adecuados en población infantil o en pieles intolerantes. Son cosméticamente menos aceptados porque dejan un aspecto blanquecino. Dos tipos de partículas inorgánicas son las más utilizadas en los fotoprotectores: el óxido de zinc (ZnO) y dióxido de titanio (TiO₂) micronizados.

- Filtros químicos u orgánicos:** son los más utilizados. Actúan por absorción de la radiación solar ultravioleta. Captan los rayos UV de alta energía y los transforman en rayos de baja energía, inocuos para la piel. Requieren ser absorbidos, por lo que deben aplicarse 15 minutos antes de la exposición y presentan mayor poder de sensibilización. Por eso no están indicados en niños o individuos con pieles intolerantes. Los más conocidos son la oxibenzona, avobenzona, los cinamatos, el meroxyl XL o el tinosorb. Existen también filtros mixtos o partículas orgánicas que absorben la radiación, pero también contienen sustancias llamadas cromóforos que reflejan y dispersan los rayos y se comportan como un filtro físico. Un ejemplo es bisoctrizole.

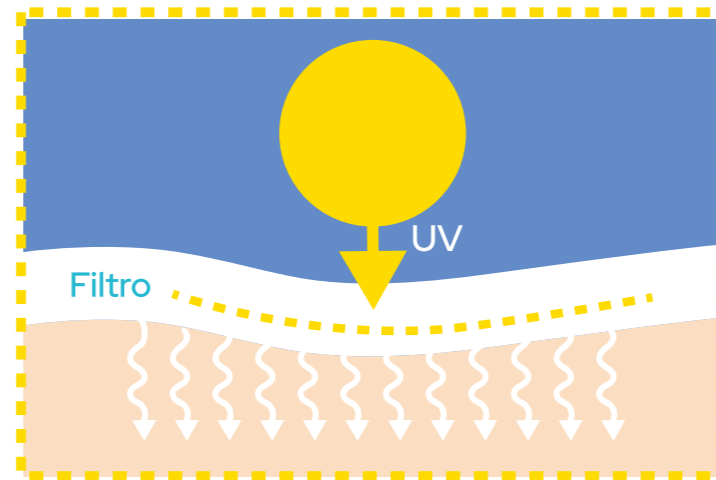
- Filtros biológicos:** técnicamente no son considerados filtros solares como tal, ya que no bloquean la radiación solar por sí solos. Son moléculas antioxidantes y reparadoras del ADN que tienen como función evitar la formación de radicales libres y reparan el daño provocado por la exposición solar, de manera que potencian el sistema inmunológico cutáneo. Incluyen sustancias antioxidantes como las vitaminas A, C y E, o reparadoras del ADN, como la fotoliasa.

Fig 6.11- Tipos de filtros solares.



Filtros solares
físicos (minerales)

El filtro físico
refleja la luz UV



Filtros solares
químicos

El filtro absorbe la luz UV

La energía es liberada mediante
rayos menos nocivos

De forma general, los protectores solares poseen elementos orgánicos que brindan protección contra la exposición a la radiación UV B, mientras que los bloqueadores incorporan sustancias inorgánicas. Estas últimas permanecen en la superficie de la piel sin absorberse, por lo que evitan que tanto los rayos UVB como los UVA lleguen a la piel.

49. ¿QUÉ ES EL FACTOR DE PROTECCIÓN SOLAR?

La potencia fotoprotectora de un filtro solar está representada por el Factor de Protección Solar (FPS o Factor de Protección Eritematogénico). Este índice, aprobado por la FDA, hace referencia al poder de reducción de los efectos de la radiación UVB de un fotoprotector sobre la piel.

El FPS se define como el cociente entre la dosis eritematosa mínima (DEM) de la piel protegida tras la aplicación de 2 mg/cm² del fotoprotector y sin él. En otros términos, el FPS estima el tiempo que necesita exponerse al sol la piel para producirse una quemadura estando protegida. Por ejemplo: si una persona puede exponerse al sol el primer día 20 minutos sin tener quemaduras, un FPS de 15 utilizado adecuadamente la protegerá del sol durante 15 veces su capacidad, es decir, 400 minutos (20 x 15); si una persona es capaz de estar 10 minutos sin quemarse, la elección de un fotoprotector 8 le supondrá una protección 8 veces superior (80 minutos).

FPS

50. ¿QUÉ ES EL MÉTODO COLIPA?

El método COLIPA es el método que se emplea en la actualidad en la Unión Europea para certificar el FPS. En 1994, la COLIPA creó el Sun Protection Factor Test Method con el fin de obtener un método de verificación del factor de protección solar validado para todos los países de la Unión Europea. Este se basa en test biológicos in vivo realizados en laboratorio con voluntarios humanos, y es conocido como método COLIPA. El sistema COLIPA para el etiquetado del FPS establece las siguientes categorías:



Desde 1997, la implantación del método COLIPA en los países de la Unión Europea ha permitido unificar criterios y garantizar que todos los productos con FPS comercializados han pasado la misma certificación.

51. ¿CÓMO ESCOJO MI FOTOPROTECTOR?

Se recomienda adquirir un protector de amplio espectro, es decir, que filtre tanto los rayos UVA como los UVB. El valor del FPS debe aparecer en la cara principal del envase. Como dato podemos mencionar que una crema con un FPS 30 puede absorber más del 92% de la radiación UVB y una con factor 50, hasta un 97%. Los protectores solares con un factor mayor ofrecen protección por períodos de tiempo más prolongados, pero hay que tener cuidado con aquellos que indican un FPS mayor que 50, pues la diferencia real en cuanto a protección suele ser insignificante. Como norma general, se aconseja un FPS 30 para protección de pieles sanas, y superior (FPS 50) en casos de sensibilidad individual y/o en condiciones de radiación solar intensa (UVI alto). La información sobre la capacidad de protección en el espectro UVA aún no está estandarizada, ya que no

52. ¿DÓNDE APLICO MI PROTECTOR?

En todas las zonas expuestas de la piel, sin olvidar orejas, cuello, labios y dorso de los pies.

existe método oficial para ello. No obstante, es recomendable verificar en el etiquetado del producto la indicación «protección UVA» lo que indica que existe una relación de 1/3 entre la protección frente a la radiación UVB y la UVA.

Estudios recientes relacionan los rayos infrarrojos y la luz visible con la aparición de diferentes cánceres de piel, por lo que son recomendables fotoprotectores con moléculas que nos protejan de este tipo de radiaciones.

Otros puntos a tener en cuenta a la hora de elegir el fotoprotector son el tipo de piel (se recomiendan filtros físicos en niños o sujetos con pieles intolerantes) o el excipiente (texturas crema en caso de pieles secas, lociones o geles para zonas pilosas, emulsiones *oil free* o geles en pieles grasas...). Del mismo modo, la elección de fotoprotectores con capacidad *waterproof* o *water resistant* ha de tenerse en cuenta si vamos a estar expuestos al agua de forma constante.

53. ¿QUIÉN DEBE USAR PROTECTOR? ¿LOS MUY MORENOS NO LO NECESITAN?

Es aconsejable que todas las personas utilicen protector solar independientemente del tipo de piel, ya que, aunque los fototipos altos tienen capacidad de broncearse y no sufren quemaduras solares, todos son susceptibles de sufrir daños moleculares por la radiación. No obstante, hay que adecuar la protección al tipo de piel, por lo que las personas muy morenas probablemente solo necesiten fotoprotección en condiciones de exposición extremas (Figura 6.12).

UVI	FOTOTIPO			
	I	II	III	IV
1-3	15-20	15-20	15-20	15-20
4-6	30-50	30-50	15-20	15-20
7-9	50+	30-50	15-20	15-20
10/más	50+	50+	30-50	15-20

Figura 6.12- Factor de protección solar (FPS) según fototipo e índice UVI. Tomado de Guía de Protección Solar (ministerio de Sanidad y Consumo, Asociación Española Contra el Cáncer y Consejo general de Colegios Oficiales de Farmacéuticos)

54. ¿A QUÉ EDAD HAY QUE EMPEZAR?

De forma general, el uso de cremas solares no se recomienda en niños menores de 6 meses. Hasta los 3 años se aconseja igualmente evitar su empleo, y su uso en niños por encima de esta edad es recomendable. Por este motivo, en niños de 0 a 3 años es más aconsejable el empleo de medidas físicas frente al uso de fotoprotectores.

55. ¿CUÁNTA CANTIDAD ME PONGO?

En abundancia. La dosis teórica recomendada es de 2 mg/cm² (lo que equivale en el adulto de talla media a la medida de una palma completa de la mano, esto es, unas 6 cucharadas de café, y a media palma para un niño promedio), pero como regla práctica se recomienda aplicar una cantidad suficiente para cubrir de forma homogénea toda la superficie expuesta. Hay que repetir la aplicación cada dos horas, después de meterse en el agua o de practicar ejercicio o si se ha sudado mucho.

56. ¿QUÉ DIFERENCIA HAY ENTRE WATER RESISTANT Y WATERPROOF?

Hay fotoprotectores que incorporan fórmulas resistentes al agua especialmente indicados para realizar deportes acuáticos o nadar. Estos son:

A) Water resistant: no pierden su capacidad protectora después de 40 minutos de permanencia dentro del agua.

B) Waterproof: actúan durante más de 80 minutos después de entrar en contacto con el agua.

En cualquier caso, el grado de protección que aporta este tipo de fotoprotectores se realiza siempre bajo condiciones de estudio muy reguladas, distintas a las de la práctica habitual, lo que da lugar a una falsa sensación de seguridad. Por ello, siempre que sea posible, lo recomendable es utilizar ropa adecuada para proteger la mayor parte de la superficie de la piel expuesta.

57. ¿SON PERJUDICIALES LOS AUTOBRONCEADORES?

No. La mayoría de los autobronceadores contienen hidroaldehydos o hidroxiconas, y la molécula más empleada es la dihidroxiacetona (DHA). Estas sustancias entran en contacto con aminoácidos de la capa más superficial de la piel, el estrato córneo, y ocasionan una reacción química de oxidación. El resultado de esta reacción química es la producción de compuestos coloreados que se denominan **melanoidinas** por su similitud con la melanina de la piel. Las melanoidinas tiñen las células de la capa córnea y le confieren un tono similar al bronceado natural. Dichas células se eliminan de 4 a 7 días después, según el proceso natural de descamación cutáneo.

58. ¿ME PROTEGERÁ EL AUTOBRONCEADOR?

No. Empleando un autobronceador no estamos protegidos frente al sol. Los compuestos formados por los autobronceadores (las melanoidinas) que tiñen nuestra piel, a diferencia de la melanina, no absorben cantidades significativas de luz UV y, por tanto, no protegen de los rayos UV. Por ello, para conseguir tal protección hay que acudir al uso habitual de las aplicaciones de cremas con factores de protección solar.

59. ¿CÓMO NOS PROTEGE LA ROPA?

No me hay mejor protección frente al sol que la que ofrece la ropa. El grado de protección varía en función del tipo de tejido, su entramado y grosor, su color y elasticidad. Existe mayor protección con prendas de fibra sintética (poliéster, lycra, nylon, acrílicos), colores oscuros o brillantes, alta densidad (mejor mezcla de algodón que seda) y elásticas (prendas ajustadas) (Ver capítulo IV).

Las distintas características de la prenda confieren a la misma un grado de transmisión de la radiación ultravioleta, que se mide con el denominado **factor de protección ultravioleta** (FPU). El FPU mide la cantidad de radiación de tipo UVA y UVB que penetra en la tela y que alcanza la piel. Así, una prenda que tiene un FPU de 1700 permite que solo 1/1700 de los rayos UV alcancen la piel (Figura 6.13).

En las últimas décadas existe una tendencia de la industria textil a incorporar la información del FPU en el etiquetado de las prendas, lo que nos facilita la identificación de prendas con mayor protección solar.

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

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 sup.	Excelente	97,5 o sup.
UPF 50+	Considerado lo último en protección solar UV	97,5 o sup.

Figura 6.13-Calificaciones y categorías de protección según el factor de protección ultravioleta (FPU).

60. ¿ME PROTEGE MEJOR UNA SOMBRILLA QUE UN ÁRBOL?

La protección de un árbol es mayor que la de una sombrilla, y llega a ser muy alta si la arboleda es muy frondosa. La que proporcionan las sombrillas no suele ser completa, ya que solo una de cada 10 personas se protege correctamente: además, no ofrecen sombra de tamaño adecuado, no evitan la radiación reflejada por la arena y, en general, el tejido del que están hechas no ofrece filtrado total de la radiación.

61. ¿HAY ALGÚN ALIMENTO QUE AYUDE A LOGRAR UN BRONCEADO SALUDABLE?

Diferentes nutrientes pueden ayudarnos en la protección frente al daño solar ²⁴.

- Los betacarotenos, responsables de la pigmentación de los vegetales, actúan reduciendo los daños de la radiación UV en el ADN celular. Son antioxidantes naturales que nos ayudan a sintetizar la vitamina A, estimular el sistema inmunológico y activar la generación de melanina. Se encuentran especialmente en frutas y verduras de color amarillo, naranja, rojo y verde (como las zanahorias, espinacas, cebada, melocotón, pimiento y remolacha).

- Los polifenoles son sustancias antioxidantes de la dieta que combaten la oxidación celular generada por la radiación UV. Las sustancias que contienen polifenoles son principalmente el té verde, el cacao, el vino, las legumbres, el trigo sarraceno y otros cereales integrales, los frutos secos y hortalizas como el tomate, ajo, la cebolla o el pimiento.

- Otro excelente protector solar es el omega 7, el cual se encuentra en el aguacate, curry, aceite de oliva, queso parmesano y alimentos de origen asiático, como la anguila japonesa.

- Las astaxantinas también actúan como protectores solares y puedes ingerirlas al comer salmón y trucha salvaje.

62. ¿POR QUÉ ES IMPORTANTE MANTENER UNA BUENA HIDRATACIÓN?

Con las temperaturas elevadas de la exposición solar, es más fácil sufrir deshidratación tanto en el interior de nuestro organismo como en la piel. Esta puede aparecer seca y tirante si le falta hidratación y, para evitarlo, debemos beber suficiente líquido (agua o zumos de frutas) e incluir en nuestra dieta alimentos con alto contenido hídrico y vitamínico, tales como frutas y verduras. Igualmente, la hidratación adecuada es un punto importante para prevenir los golpes de calor.

6.3 BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

1. Rigel DS, Rigel EG, Rigel AC. *Effects of altitude and latitude on ambient UVB radiation.* J Am Acad Dermatol 1999;40:114-116.

2. Narayanan DL, Saladi RN, Fox JL. *Ultraviolet radiation and skin cancer.* Int J Dermatol. 2010 Sep;49(9):978-86.

3. Chadyšiene R, Girgždys A. *Ultraviolet radiation albedo of natural surfaces.* Journal of Environmental Engineering and Landscape Management 2008; 16 (2); 83-88.

4. van der Rhee HJ, de Vries E, Coebergh JW. *Regular sun exposure benefits health.* Med Hypotheses. 2016 Dec;97:34-37. doi: 10.1016/j.mehy.2016.10.011.

5. Gambichler T, Bader A, Vojvodic M, et al. *Impact of UVA exposure on psychological parameters and circulating serotonin and melatonin.* BMC Dermatol. 2002 Apr 12;2:6. doi: 10.1186/1471-5945-2-6. PMID: 11952999.

6. Gilaberte Y, Aguilera J, Carrascosa JM, et al. *La vitamina D: evidencias y controversias.* Actas Dermo-Sifiliográficas 2011 ; 102(8): 572-588.

7. Hanneman KK, Cooper KD, Baron ED. *Ultraviolet immunosuppression: mechanisms and consequences.* Dermatol Clin. 2006 Jan;24(1):19-25. doi: 10.1016/j.det.2005.08.003.

8. Dennis LK, Vanbeek MJ, Beane Freeman LE, et al. *Sunburns and risk of cutaneous melanoma: does age matter? A comprehensive meta-analysis.* Ann Epidemiol. 2008 Aug;18(8):614-27. doi: 10.1016/j.annepidem.2008.04.006.

9. Wachsmuth RC, Turner F, Barrett JH, et al. *The effect of sun exposure in determining nevus density in UK adolescent twins.* J Invest Dermatol. 2005 Jan;124(1):56-62. doi: 10.1111/j.0022-202X.2004.23548.x.

10. Fisher GJ, Kang S, Varani J, Bata-Csorgo Z, et al. *Mechanisms of photoaging and chronological skin aging.* Arch Dermatol. 2002 Nov;138(11):1462-70. doi: 10.1001/archderm.138.11.1462.

11. Taylor HR. *Ultraviolet radiation and the eye: an epidemiologic study.* Tr Am Ophth Soc. 1989;87:802-53.

12. Cohen S. *SOS: ultraviolet radiation and the eye.* Rev Cornea Lentes de contacto. October 2007; 28-33.

13. Yam JC, Kwok AK. *Ultraviolet light and ocular diseases.* Int Ophthalmol 2014; 34: 383-400.

14. Robman L, Taylor H. *External factors in the development of the cataract.* Eye. 2005;19(10):1074-82.

15. Martín E, Arias S, Serrano S, et al. *Changes in the Incidence of Skin and Lip Cancer Between 1978 and 2007.*



Actas Dermosifiliogr 2017; 108(4):335-45. English, Spanish. doi:10.1016/j.ad.2016.11.016.

16. Diepgn TL, Mahler V. *The epidemiology of skin cancer.* British Journal of Dermatology 2002; 146 (61): 1-6.

17. Reed KB, et al. *Increasing incidence of melanoma among young adults: An epidemiological study in Olmsted County, Minnesota.* Mayo Clinic Proceedings. 2012 Apr;87(4):328-34.

18. Tejera-Vaquerizo A, Descalzo-Gallego MA, Otero-Rivas MM, et al. *Skin cancer incidence and mortality in Spain: a systematic review and meta-analysis.* Actas Dermo-Sifiliográficas 2016; 107 (4); 318-328.

19. Guy GP, Ekwueme DU. *Years of potential life lost and indirect costs of melanoma and non-melanoma skin cancer: a systematic review of the literature.* Pharmacoeconomics 2011;29: 863-74.

20. Madan V, Lear JT, Szeimies RM. *Non-melanoma skin cancer.* Lancet. 2010 Feb 20;375(9715):673-85.

21. Rastrelli M, Tropea S, Rossi CR, Alaibac M. *Melanoma: epidemiology, risk factors, pathogenesis, diagnosis and classification.* In Vivo. 2014 Nov-Dec;28(6):1005-11.

22. Romero A, Sánchez AC. *Melanoma familiar.* Ed Cont Lab Clín 2015: 27; 94 – 102.

23. de Troya-Martín M, Delgado-Sánchez N, Blázquez-Sánchez N, et al. *Skin cancer prevention campaign aimed at beachgoers on the Costa del Sol (southern Spain).* Int J Dermatol. 2014 Nov;53(11):e526-30. doi: 10.1111/ijd.12389.

24. Stahl W, Sies H. *B-Carotene and other carotenoids in protection from sunlight.* Am J Clin Nutr. 2012; 96(5): 1179-1184.



RELACIÓN DE AUTORES

DIRECTORAS

· **Nuria Blázquez Sánchez.**

Responsable de la Unidad de Dermatología de la Agencia Sanitaria Costa del Sol. Consejería de Salud y Familias de la Junta de Andalucía.

· **Magdalena de Troya Martín.**

Directora del Área Integrada de Gestión de Dermatología de la Agencia Sanitaria Costa del Sol. Consejería de Salud y Familias de la Junta de Andalucía.

COLABORADORES

· **Belén Ramírez López.**

Enfermera de la Agencia Sanitaria Costa del Sol. Consejería de Salud y Familias de la Junta de Andalucía.

· **Félix López Figueroa.**

Director del Departamento de Ecología de la Universidad de Málaga. Investigador del Instituto Universitario de Biotecnología y Desarrollo Azul (IBYDA). Consejería de Transformación Económica, Industria, Conocimiento y Universidades de la Junta de Andalucía.

· **Jacobo Cambil Martín.**

Profesor del Departamento de Enfermería de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad de Granada.

· **José Aguilera Arjona.**

Profesor Contratado, Doctor, Biólogo e Investigador del Laboratorio de Fotobiología de la Universidad de Málaga. Consejería de Transformación Económica, Industria, Conocimiento y Universidades de la Junta de Andalucía.

· **José Vicente Gutiérrez Manzanedo.**

Profesor Titular de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte de la Universidad de Cádiz. Consejería de Transformación Económica, Industria, Conocimiento y Universidades de la Junta de Andalucía.

· **Lara Ferrándiz Pulido.**

Dermatóloga del Hospital Universitario Virgen Macarena de Sevilla. Servicio Andaluz de Salud. Consejería de Salud y Familias de la Junta de Andalucía.

· **M^a Victoria de Gálvez Aranda.**

Profesora Titular de Dermatología de la Facultad de Medicina de la Universidad de Málaga. Consejería de Transformación Económica, Industria, Conocimiento y Universidades de la Junta de Andalucía.

· **Mercedes Lorenzo Soto.**

Directora del Área Integrada de Gestión de Oftalmología de la Agencia Sanitaria Costa del Sol. Consejería de Salud y Familias de la Junta de Andalucía.

· **Pablo Gilabert Bautista.**

Profesor de Biología del Instituto de Educación Secundaria “Torre Almenara” de Mijas (Málaga). Consejería de Educación y Deportes de la Junta de Andalucía.

· **Salvador Arias Santiago.**

Director de la Unidad de Gestión Clínica de Dermatología del Hospital Universitario Virgen de las Nieves de Granada. Servicio Andaluz de Salud. Consejería de Salud y Familias de la Junta de Andalucía.

· **Salvador González Rodríguez.**

Profesor de Dermatología de la Universidad de Alcalá de Henares de Madrid. Consejería de Educación e Investigación de la Comunidad de Madrid.

· **Saturnino Gismero Moreno.**

Responsable de Unidad de Oftalmología de la Agencia Sanitaria Costa del Sol. Consejería de Salud y Familias de la Junta de Andalucía.

· **Yolanda Gilaberte Calzada.**

Jefa de Servicio de Dermatología del Hospital Universitario Miguel Servet de Zaragoza. Vicepresidenta 1^a de la Academia Española de Dermatología y Venereología.



ABREVIATURAS

CE- Comunidad Europea.

COLIPA- Agrupación Europea de Fabricantes de Productos de Cosmética y Perfumería.

DEM- Dosis eritematosa mínima.

FDA- Administración de Medicamentos y Alimentos (Food and Drug Administration).

FPS (SPF en inglés)- Factor de protección solar.

FPU- Factor de protección ultravioleta.

GCO- Global Cancer Observatory, Observatorio Global del cáncer.

IARC- Agencia Internacional de Investigación del Cáncer.

INE- Instituto Nacional de Estadística.

IPD- Immediate Pigment Darkening test o test de bronceado inmediato.

IR- infrarrojo.

OMS- Organización Mundial de la Salud. **VIS-** Luz visible.

PPD- Persistent Pigment Darkening test o test de bronceado duradero.

REDECAN- Red Española de Registros de Cáncer.

SDO- Sustancias destructoras de ozono"(Ozone-Depleting Substances).

UV- Ultravioleta.

UVI- Índice ultravioleta.

PÁGINAS WEBS RECOMENDADAS

En este documento reunimos las mejores evidencias científicas, como también las recomendaciones y normas de seguridad frente a las RUV de:

Organización Mundial de la Salud



Sociedad Americana contra el Cáncer



Consejo de Cáncer Victoria



Comisión Internacional de Protección frente a Radiaciones No Ionizantes



Centro para el Control y la Prevención de Enfermedades



Fundación Europea para el Cáncer de la Piel



Comisión Internacional sobre Iluminación



Gente Saludable



Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer



Conferencia Americana de Higienistas Industriales



Consejo Nacional para la Prevención del Cáncer de Piel



Instituto Nacional de Salud y Excelencia Clínica



soludable

www.soludable.hcs.es

