

Más allá de lo visible:
Los **peligros** de la
**Radiación
Ultravioleta**

Yissell Borges-Rodríguez,
Lina Andrea Rivillas-Acevedo



Radiación ultravioleta

El Sol, fuente de vida y energía para nuestro planeta, no solo nos brinda luz y calor, sino que también emite una forma de radiación invisible pero omnipresente: la radiación ultravioleta (UV). Junto con la luz visible, la luz infrarroja y la luz ultravioleta forman parte del espectro solar que nos rodea constantemente. La luz visible es la que percibimos con los ojos, permitiéndonos ver el mundo que nos rodea. La luz infrarroja, por otro lado, la sentimos en forma de calor en nuestra piel. Sin embargo, la luz ultravioleta es diferente: no puede verse, ni sentirse e inevitablemente todos estamos expuestos a ella (Gallardo *et al.*, 2000). Dependiendo de la energía de la luz, la radiación ultravioleta se clasifica en ultravioleta A (UV-A), ultravioleta B (UV-B) y ultravioleta C (UV-C) (Figura 1). La cantidad de radiación UV a la que estamos expuestos depende de varios factores (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, 2001; Zaratti y Forno, 2003):

- **La capa de ozono.** Absorbe, o filtra, toda la radiación UV-C, la mayor parte de la radiación UV-B y nada de la radiación UV-A. Así, a la superficie de la tierra llega sólo una pequeña parte de la radiación UV-B y toda la radiación UV-A. Sin embargo, existen algunas regiones donde la capa de ozono es más delgada y por lo tanto llega más radiación UV-B.
- **La latitud.** Los niveles de radiación UV aumentan en regiones más cercanas al Ecuador. Esto se debe a que en las regiones más lejanas al Ecuador la capa de ozono es más gruesa y absorbe mayor cantidad de radiación UV, además, la distancia que debe recorrer para incidir en la superficie de la Tierra es mayor.

- **La altitud.** En lugares con mayor altitud la incidencia de la radiación UV es mayor debido a que el aire es menos denso y la absorción de la radiación es menor.
- **La elevación del Sol.** El movimiento de la tierra sobre su propio eje y alrededor del sol, hace que la intensidad de radiación solar que llega a la superficie de la tierra cambie dependiendo de la hora del día y de la estación del año. Por ejemplo, al medio día o durante el verano, la intensidad de la radiación es mucho mayor que al amanecer o el otoño.
- **La reflexión.** El nivel de radiación ultravioleta puede incrementar en superficies que sean reflectantes, como por ejemplo el agua, la nieve fresca y la arena.

Además, el cambio climático puede provocar variación en la cantidad de capa de ozono y por lo tanto en la cantidad de radiación que puede ser absorbida.

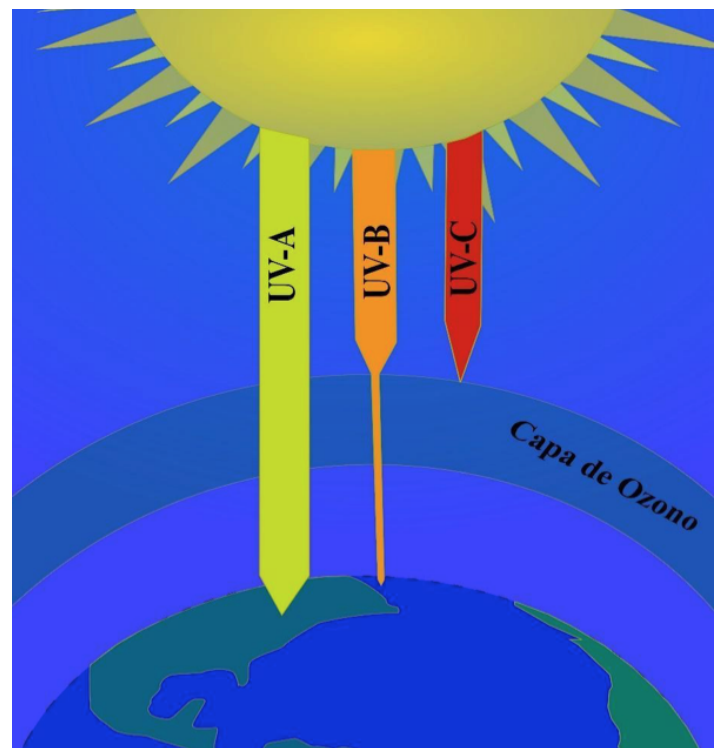


Figura 1. Radiación ultravioleta que incide en la superficie de la Tierra.

Además de la radiación solar, otras fuentes de radiación UV son las camas solares o de bronceado y los equipos de soldadura.

La radiación ultravioleta y la salud

La radiación del sol es necesaria para el ser humano, pero una exposición prolongada puede tener consecuencias perjudiciales para la salud.

Beneficios de la radiación UV

La radiación UV es imprescindible en pequeñas cantidades para la producción de vitamina D, la cual favorece la absorción de calcio y fósforo de los alimentos, indispensables para el sistema óseo y osteomuscular (Organización Mundial de la Salud, 2022). Además, se ha usado por muchos años para esterilizar agua y alimentos, pues daña el ADN de los microorganismos impidiendo su reproducción (Gallardo *et al.* 2000). También, al interactuar con fluidos corporales provoca la emisión de luz fluorescente, lo que permite su aplicación en investigaciones forenses para detectar pequeñas cantidades de sangre, semen y orina.

Daños de la radiación UV

En los seres humanos, los órganos más expuestos y por ende los más afectados por la radiación UV son la piel (Figura 2) y los ojos. Estas afecciones pueden ser agudas o crónicas dependiendo del tiempo de exposición y el avance de los daños (Organización Mundial de la Salud, 2022).

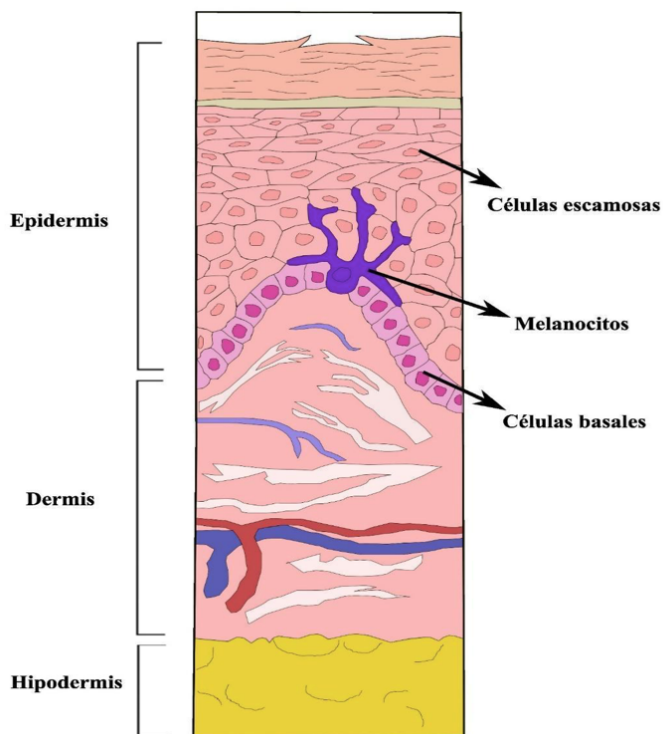


Figura 2. Capas de la piel.

En la piel los daños agudos incluyen quemaduras solares, reacciones alérgicas, daños en el ADN y depresión del sistema inmune (Gallardo *et al.* 2000). Todas las anteriores pueden ser factores de riesgo para el desarrollo de cáncer de piel. Cuando la radiación UV penetra en la piel, puede originar varios tipos de daño al ADN, impidiendo que funcione correctamente, lo que trae como consecuencia mutaciones genéticas y alteraciones en la función de las células. En respuesta al daño causado por la radiación UV, las células de la piel activan mecanismos de reparación del ADN, pero si el daño es demasiado grave las células pueden morir o convertirse en células cancerosas. Los daños crónicos tardan más en mostrar síntomas, y son más severos y difíciles de corregir. Algunos de los más comunes se listan a continuación (Gallardo *et al.*

2000; Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, 2001; Collantes 2015; Organización Mundial de la Salud, 2022):

i) Melanoma cutáneo. Es un tipo de cáncer de piel que se origina en los melanocitos, células productoras de melanina que le da color a la piel, los ojos y el cabello. Esta afección se produce cuando los melanocitos se vuelven anormales y comienzan a crecer y dividirse de manera descontrolada, resultando en la formación de lunares malignos. Generalmente aparece como una lesión con forma irregular, con bordes borrosos y de diferentes colores, que puede crecer y cambiar de tamaño con el tiempo. Es considerada el tipo más grave de cáncer de piel debido a su alta capacidad de propagarse a otros órganos. En el 2020, según la OMS se registraron aproximadamente 1.2 millones de nuevos casos de melanomas y 352 mil casos de melanoma cutáneo. Además, se reportaron 64 mil defunciones por cáncer de piel distinto del melanoma y 57 mil por melanoma cutáneo.

ii) Carcinoma de células escamosas. Es un tumor maligno, pero con un nivel de propagación menor que el melanoma y por lo general menos letal. Este tipo de cáncer se produce cuando las células escamosas de la piel se vuelven anormales y comienzan a crecer y dividirse de manera descontrolada. Se origina en las células planas y delgadas de la epidermis, la capa superior de la piel, la mayoría de los casos son tratables con cirugía para extirpar el tumor, y radioterapia o quimioterapia, dependiendo del caso.

iii) Carcinoma basocelular. Es un tipo de cáncer de piel que se origina en las células basales de la piel. Comúnmente inicia como una pequeña lesión o protuberancia en la piel que puede tener un aspecto brillante y ceroso, con bordes elevados y un centro ulcerado. También puede parecerse a una herida que no sana. Es

posible tratarlo y que se cure completamente si se detecta en las primeras etapas.

iv) Envejecimiento prematuro. Es una condición en la cual la piel envejece más rápido de lo normal. Se debe principalmente a la exposición excesiva y prolongada a la radiación UV, pero también a otros factores ambientales y de estilo de vida, como el tabaquismo, la dieta deficiente en nutrientes y el estrés. Los daños inducidos por la radiación provocan disminución en la producción de colágeno y elastina, las proteínas que mantienen la piel firme y elástica. Como resultado, la piel se vuelve más delgada, arrugada y flácida, conduciendo a la aparición de manchas y decoloraciones.

Todas estas afecciones se forman en la cara, la cabeza, el cuello, los brazos y las manos debido a que están más expuestas a la radiación UV.

En los ojos, la radiación UV puede provocar efectos oculares graves y las enfermedades crónicas más comunes son (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, 2001; Zaratti y Forno, 2003; Organización Mundial de la Salud, 2022):

i) Queratitis. Inflamación de la córnea, que es la capa transparente en la parte frontal del ojo que protege la retina y el iris. Cuando es provocada por la radiación UV se conoce como queratitis actínica. Los síntomas incluyen dolor en el ojo, visión borrosa, enrojecimiento, lagrimeo, sensación de cuerpo extraño y sensibilidad a la luz. Generalmente, con el tratamiento adecuado el daño desaparece en tres días, pero en casos graves se puede requerir trasplante de córnea.

ii) Cataratas. Condición en la cual el cristalino del ojo se vuelve opaco, lo que causa una disminución de la visión. El cristalino es la estructura en forma de lente ubicada detrás de la pupila. La radiación ultravioleta causa daños en las proteínas del cristalino, conduciendo a la

formación de proteínas insolubles que le restan transparencia al lente. Los síntomas a menudo incluyen visión borrosa, sensibilidad a la luz, visión doble, cambios en la percepción del color y dificultad para ver en condiciones de poca luz. El único tratamiento para las cataratas es la remoción quirúrgica del cristalino opaco y su reemplazo por una lente sintética.

iii) Lesiones en la retina. Son daños o alteraciones en la capa de tejido sensible a la luz que se encuentra en la parte posterior del ojo. Algunas lesiones en la retina pueden ser asintomáticas y solo detectarse durante un examen ocular de rutina, mientras que otras pueden provocar síntomas como dolor ocular, visión borrosa, manchas en la visión, fofopsias (destellos de luz) y pérdida de la visión periférica. El tratamiento depende de la causa y la gravedad de la lesión. Las lesiones menores se pueden tratar con medicamentos o terapias láser para reducir la inflamación y detener la progresión de la lesión. En lesiones graves puede ser necesaria una cirugía para reparar la retina dañada y restaurar la visión.

iv) Pterigión. Es una pequeña protuberancia en la superficie del ojo, generalmente en la conjuntiva, membrana delgada y transparente que cubre la parte blanca del ojo, en el área cercana a la córnea. Además de la exposición a la radiación UV del sol, el polvo y otros irritantes ambientales pueden causar la enfermedad. Los síntomas incluyen comezón, enrojecimiento, sensación de cuerpo extraño, ardor y visión borrosa o distorsionada si la protuberancia se extiende hacia la córnea. En algunos casos, puede no causar síntomas. El tratamiento para el pterigión puede variar según la gravedad de la condición y los síntomas que cause. Algunas opciones de tratamiento incluyen lubricantes oculares, medicamentos antiinflamatorios, cirugía o injerto de tejido.

v) Cáncer. Puede ser carcinoma basocelular, carcinoma epidermoide o melanoma. Estos carcinomas suelen afectar la piel y en raras ocasiones los ojos. Se originan en las células basales de la conjuntiva, que es tejido delgado y transparente que cubre la parte blanca del ojo y el interior de los párpados. A pesar de ser



poco comunes, se pueden presentar en personas mayores, o con exposición crónica al sol, o con antecedentes de radioterapia. Los síntomas incluyen enrojecimiento, sensación de cuerpo extraño, visión borrosa o distorsionada, aumento de la sensibilidad a la luz e inflamación de la conjuntiva. El tratamiento depende de la gravedad y progresión de la enfermedad, así como de la salud general del paciente. En algunos casos, puede ser suficiente la observación cuidadosa y el monitoreo regular del cáncer, mientras que en otros casos puede ser necesario un tratamiento quirúrgico para extirpar el cáncer basocelular y prevenir su propagación.

Por otra parte, el melanoma se da en la parte coloreada del ojo, la úvea. Los síntomas pueden incluir visión borrosa, manchas oscuras en la úvea, cambios en la forma o el tamaño de la pupila, y enrojecimiento o inflamación. Puede no presentar síntomas en las etapas tempranas, por lo que es importante realizar exámenes oculares regulares. El tratamiento del melanoma ocular depende del tamaño y la ubicación del tumor, generalmente se extirpa quirúrgicamente el tumor para prevenir su propagación.

Todos estos problemas de salud descritos se pueden prevenir tomando medidas de protección simples como limitar el tiempo de exposición al sol al medio día, usar ropa con protección a la radiación, usar sombreros de ala ancha para proteger los ojos, la cara, las orejas y el cuello, utilizar gafas de sol que garanticen una protección entre un 99 y 100% de la radiación UV-B, aplicar protector solar a diario en las zonas del cuerpo que están expuestas a la radiación y no pueden ser cubiertas por la ropa (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, 2001; Organización Mundial de la Salud, 2022).

Referencias

- Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (2001). El sol, la radiación ultravioleta y usted. Guía SunWise para la exposición al sol. EPA430-K-01-009. www.epa.gov/sunwise.
- Collantes, M. (2015). Efectos de la radiación solar en la piel. *Rev. Ecu. Med. Eugenio Espejo*. Vol. 4, Número 5.
- Gallardo, V.; Ruiz, M. A.; Parera, A. Y Hernández, A. (2000). Radiaciones solares: tipos y efectos. *Ars Pharmaceutica*, 41:2, 167-176. <https://revistaseug.ugr.es/index.php/ars/article/view/24716/23143>.
- Organización Mundial de la Salud (2022). Radiación ultravioleta. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ultraviolet-radiation>.
- Zaratti S. y Forno Gisber R. (Eds.) (2003). La radiación ultravioleta en Bolivia. Organización Panamericana de la Salud. Laboratorio de Física de la Atmósfera.

Yissell Borges Rodríguez. Estudiante de maestría, cuya línea de investigación es el papel de los triptófanos en el daño inducido por radiación ultravioleta en la gamma D cristalina humana, en el Centro de Investigación en Dinámica Celular, Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

Email: yissellybr@gmail.com.

Lina Andrea Rivillas Acevedo. Profesora-Investigadora, cuya línea de trabajo es sobre la caracterización de la agregación de proteínas precursoras de enfermedades conformacionales, adscrita al Centro de Investigación en Dinámica Celular, Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

Email: lina.rivillas@uaem.edu.mx.

AÑO 7, N° 7, ENERO - DICIEMBRE 2023

REVISTA DIGITAL INNOVACIÓN EN CIENCIA, TECNOLOGÍA Y EDUCACIÓN (ICTE)

