



¿NOS PROTEGEN CORRECTAMENTE LOS PROTECTORES SOLARES?

ESTUDIO PRÁCTICO DE LA EFICACIA Y PROTECCIÓN DE LOS
FILTROS SOLARES ANTE LOS RAYOS UV-A

INTRODUCCIÓN

La idea de hacer este trabajo sobre algún tema bioquímico se basa en mi interés en el sector de investigación y sanitario. Pensaba un tema que relacionara la cotidianidad, la investigación, las ciencias y la salud. Por ello decidí realizar un estudio sobre los efectos de las radiaciones solares sobre la piel.

Entonces, pensando en todos estos aspectos se me ocurrió un tema que se ceñía bastante a ellos, **los filtros solares y su efectividad**. A pesar de que al principio me inclinaba por la parte de los efectos que tiene sobre la salud: enfermedades, manchas, quemaduras, etc. Al final decidí seguir el camino más experimental, **estudiar la eficacia y protección de los filtros solares**.

Personas de mi círculo cercano han sufrido o sufren problemas de piel a causa de los rayos solares y siempre insisten en que la protección solar es muy importante para nuestra salud. Por esta razón, pensé en hacer una investigación, que, mediante un experimento comprobará la validez de la protección indicada en los filtros solares y a su vez asegurará que la protección solar es importante para nuestro bienestar. Pero después, consideré que ese mismo experimento se podía extender, a la misma vez que experimentaba la eficacia, también podía experimentar la protección que nos ofrecen los filtros solares. Por lo que decidí ampliar la parte práctica.

El presente trabajo de investigación pretende justificar cómo actúan los rayos ultravioletas en nuestro cuerpo, los efectos negativos y los positivos. Asimismo, cuando llega el verano constantemente aparecen las palabras radiación, rayos solares y ultravioletas, pero realmente no sabemos qué significan, de modo que procuraré explicar y aclarar los términos anteriores.

Al comienzo de la investigación encontré datos curiosos e interesantes sobre la radiación solar. Uno de los más destacables fue que, los rayos que provocan quemaduras en la piel, es decir enrojecimiento, no son los mismos que los rayos que broncean la piel, ya que los primeros son los rayos UV-A y los segundos son los rayos UV-B.

Para llevar a cabo este trabajo primero se desarrollará una parte teórica, respondiendo principalmente a ¿qué es una radiación?, ¿tipos de radiaciones?, ¿efectos de las radiaciones? Además de exponer los tipos de filtros solares, sus niveles de protección, la diferencia entre los rayos UV-A, UV-B o los efectos que provocan.

Seguidamente, se realizará la parte experimental que girará en torno a: una parte de laboratorio (preparación de un protector solar) y una parte técnica (programación de un sensor de rayos ultravioleta). Para conseguir captar datos que analizan su protección.

La parte del laboratorio se focalizará en la creación de un protector solar para comprobar su eficacia y comparar sus resultados con los de diversos protectores comerciales. Mientras que la parte técnica se centrará en la construcción de un UV-metro utilizando una placa Arduino, un sensor de radiaciones UV y un lector de datos con el que poder determinar la exposición a las radiaciones durante un determinado periodo de tiempo de un punto protegido por una fina capa de distintos protectores solares.

ÍNDICE

MARCO TEÓRICO

INTRODUCCIÓN	1
1. ¿QUÉ ES LA RADIACIÓN?	4
2. ¿QUÉ ES LA RADIACIÓN SOLAR Y DE DÓNDE PROVIENE?	4
.....	5
3. DISTRIBUCIÓN ESPECTRAL DE LA RADIACIÓN SOLAR	5
4. ¿QUÉ SON LOS RAYOS ULTRAVIOLETAS? ¿CUÁLES SON LOS EFECTOS?	5
5. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA CANTIDAD DE LUZ UV QUE PENETRA EN NUESTRA PIEL:	7
6. ¿QUÉ EFECTOS TIENEN LOS RAYOS UV SOBRE LOS SERES HUMANOS?	8
6.1 EFECTOS SOBRE LA PIEL FACIAL.....	9
6.2 OTROS EFECTOS.....	9
7. ¿DE DÓNDE SURGIÓ LA MODA DEL BRONCEADO?	10
8. ¿POR QUÉ SE HABLA TANTO DE LOS PREJUICIOS DE LOS RAYOS UV? REDUCCIÓN CAPA DE OZONO	10
9. ÍNDICE DE ULTRAVIOLETA GLOBAL (IUV).....	11
9. 2 GRÁFICO ÍNDICE UV EN BARCELONA Y MADRID	13
10. ¿QUÉ PROTECCIONES SE USABAN/USAN FRENTE A LOS RAYOS ULTRAVIOLETAS?	14
11. ¿QUÉ SON LOS PROTECTORES SOLARES, FILTROS SOLARES Y AFTERSUN?.....	15
11. 1 PROTECTORES SOLARES	15
11. 2 FILTROS SOLARES	15
1. Filtros físicos:	16
2. Filtros químicos:	16
3. Filtros biológicos:	17
11. 3 AFTER SUN:	17
a) Componentes principales del After Sun:	17
b) Beneficios principales del After Sun:	18
c) Que tipos de After Sun podemos encontrar en el mercado:	18
12. FPS:	18
13. ¿DE QUE PROTEGEN LOS PROTECTORES SOLARES?	19

14. ¿QUÉ TIPOS DE TEXTURAS PARA PROTECTORES SOLARES EXISTEN?	20
15. ¿CUÁLES SON LOS COMPONENTES BÁSICOS DE LAS CREMAS SOLARES FÍSICAS Y QUÍMICAS?.....	21
a. Ingredientes dependiendo del filtro:	21
b. Ingredientes hidratantes utilizados:	21
c. Otros ingredientes utilizados son los emulsionantes, su función es poder hacer compatibles el agua y el aceite. De estos hay distintos tipos:	21
PARTE TÉCNICA – CONSTRUCCIÓN DE UN UV-METRO –	
I. Explicación del experimento:	22
II. Explicación del programa:	22
III. Explicación del funcionamiento y proceso experimental:.....	23
UV – metro:	23
Materiales:	23
Procedimiento y Variables:	23
Recopilación de datos:	25
CONCLUSIONES	26
AGRADECIMIENTOS	28
ANEXOS	29
.....	31
.....	31
.....	31
BIBLIOGRAFÍA	34

MARCO TEÓRICO

1. ¿QUÉ ES LA RADIACIÓN?

La radiación es la energía que se transfiere, propaga y se emite en forma de **ondas electromagnéticas** o partículas. Desde los inicios, los seres vivos conviven con todo tipo de radiaciones.

La vida terrestre existió gracias a la radiación solar y gracias a la radiación infrarroja podemos calentarnos, y que las temperaturas sean adecuadas para la vida humana. Además de estas fuentes de radiaciones naturales, el ser humano ha sido capaz de inventar nuevos dispositivos los cuales utilizan o se basan en estas radiaciones. Por ejemplo, utilizamos las radiaciones cuando hablamos con el móvil, utilizamos el microondas, encendemos la radio o nos hacen una radiografía, entre otras cosas.

Una onda electromagnética es una forma de transportar energía. Estas ondas son la combinación de distintas ondas en campos magnéticos y eléctricos producidas por partículas cargadas en movimiento. Los rayos ultravioletas, los radares o los rayos infrarrojos, son ejemplos de distintas ondas electromagnéticas.

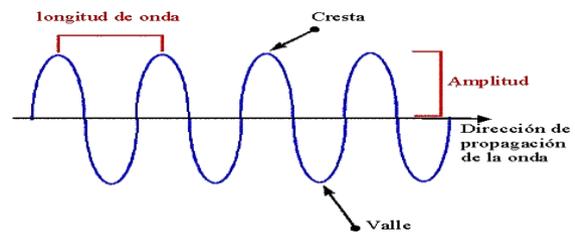


Imagen 1: longitud de ondas electromagnéticas

La energía que producen las ondas electromagnéticas depende de la frecuencia de la radiación electromagnética, cuanto mayor sea la frecuencia, mayor será la energía que producen. Estas ondas se pueden clasificar en dos tipos diferentes, la radiación no ionizante y la ionizante. La radiación no ionizante no tiene suficiente energía como para romper los enlaces de los átomos del medio ambiente y así poder ionizarlos, mientras que la radiación ionizante es aquella que sí que tiene suficiente energía como para romper los enlaces de los átomos y ionizarlos a su vez.

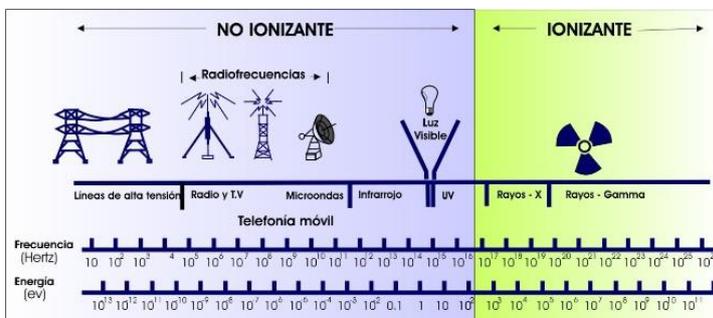


Imagen 2: ondas electromagnéticas ionizantes/no ionizantes

$$E = h \cdot \frac{c}{\lambda}$$

E = Energía
 h = Constante de Planck
 c = Velocidadde la luz
 λ = Longitud de onda

$$E = hf$$

Imagen 3: ecuación de Planck

2. ¿QUÉ ES LA RADIACIÓN SOLAR Y DE DÓNDE PROVIENE?

La radiación solar es la energía que emite el Sol, la cual se propaga en todas las direcciones por medio de **ondas electromagnéticas** a través del espacio. Esta energía es una radiación electromagnética proporcionada por las reacciones del hidrógeno en el núcleo del astro causada por una **fusión nuclear**.

La fusión nuclear es una reacción en la que núcleos de distintos átomos se unifican para formar uno nuevo con una mayor masa atómica. En el caso de las fusiones que tienen lugar en el sol la fusión se produce entre núcleos de hidrógeno para formar helio, mientras que en el proceso se libera una gran cantidad de masa, la cual, posteriormente se transforma en energía que alcanza la superficie terrestre.

La radiación solar se emite en forma de radiación de onda corta. Tras pasar por la atmósfera, sufre un proceso de debilitamiento por la separación, reflexión en las nubes y la absorción por las moléculas de gases, el ozono y el vapor de agua. Entonces, la radiación solar llega al suelo, quien, o bien la absorbe o bien la refleja.

Cuando la radiación absorbida por la Tierra se devuelve al espacio exterior se convierte en radiación de onda larga, la cual se convierte en calor para la atmósfera.



Imagen 4: radiación absorbida y emitida por la tierra

3. DISTRIBUCIÓN ESPECTRAL DE LA RADIACIÓN SOLAR

El espectro de la radiación solar es la distribución energética de la radiación electromagnética. Estas son ondas que se producen por la oscilación o la aceleración de una carga eléctrica.

Las ondas electromagnéticas pueden atravesar el espacio interplanetario e interestelar y llegar a la superficie terrestre desde el Sol sin la necesidad de un medio material. La velocidad de transmisión de onda (λ) y la frecuencia (f) se relacionan entre ellas mediante la fórmula siguiente, en la cual el resultado es la longitud de onda (λ) s^{-1}

$$\lambda = \frac{\text{Velocidad (m} \cdot \text{s}^{-1})}{\text{Frecuencia (Hz)}}$$

Esta expresión es importante para determinar la energía, visibilidad, poder de penetración y otras características de estas ondas.

Las radiaciones electromagnéticas se pueden ordenar en diferentes longitudes de onda, las cuales se extienden desde longitudes de onda corta, como los rayos gamma, hasta longitudes de onda larga, como las ondas de radio. La tabla de longitudes no tiene límites superiores ni inferiores y la energía es proporcional a la longitud de onda, lo que significa que a menor longitud de onda mayor contenido energético.

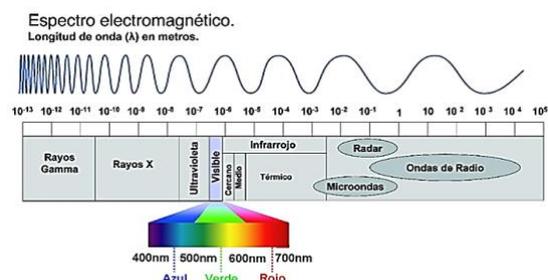


Imagen 5: Espectro electromagnético

4. ¿QUÉ SON LOS RAYOS ULTRAVIOLETAS? ¿CUÁLES SON LOS EFECTOS?

La radiación ultravioleta es una radiación en forma de ondas electromagnéticas no ionizantes que se emite a través del Sol o simplemente por fuentes artificiales. A pesar de que pueden ser

beneficiosas para las personas, por el hecho de producir vitamina D, también puede ser peligroso para la salud.

La fuente principal de emisión de los rayos de forma natural es el Sol, mientras que de forma artificial hay varias, como, camas bronceadoras, algunos láseres, luces de vapor de mercurio, algunos tipos de luces halógenas, fluorescentes e incandescentes.

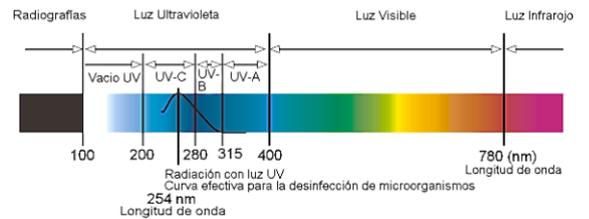


Imagen 6: Longitud de rayos ultravioletas

La radiación ultravioleta se clasifica en tres tipos diferentes:

- Los rayos UV-A
- Los rayos UV-B
- Los rayos UV-C

Estos se diferencian entre ellos según la longitud de sus ondas las cuales están medidas en nanómetros. Cada radiación tiene distintas longitudes de onda lo que hace que penetren con más eficacia uno que otros. Estas radiaciones pueden ser modificadas de manera importante tras su paso por la capa más externa de la atmósfera, la capa de ozono.



Imagen 7: Radiaciones solares UV-A, UV-B y UV-C

Los rayos UV-A tienen una corta longitud de onda, con una longitud de 315-399 nm, estos rayos no son absorbidos por la capa de ozono por lo que llegan a la superficie de la tierra. Después están los rayos UV-B, los cuales ya tienen una longitud de onda un poco más larga, con un rango de 280-314 nm y estos son parcialmente absorbidos por la capa de ozono, pero hay una cantidad que es capaz de llegar a la superficie de la tierra. Por último, los rayos UV-C son los que tienen la longitud de onda más larga 100-280 nm y son los que la capa de ozono y la atmósfera absorben completamente.

Como la radiación UV-C y la mayor parte de los rayos UV-B son absorbidos por la capa de ozono y la atmósfera de la Tierra, la mayor parte de la radiación ultravioleta que llega a la tierra es la de los rayos UV-A. Estos, junto a los rayos UV-B son perjudiciales para la salud, a pesar de que los rayos UV-A son más débiles que los rayos UV-B, penetran más profundamente en la piel y con más frecuencia. Mientras que los rayos UV-C al ser absorbidos por la capa de ozono no tienen tanto riesgo.

Los **rayos UV-A** son los que nos llegan durante todo el año, lo que significa que penetran en nuestra piel en cualquier época del año, además son capaces de atravesar nubes, cristales y ropa ligera, por lo que, aunque pensemos que no nos van a tocar la piel porque el día esté nublado o porque vayamos vestidos, siempre nos alcanzarán algunos rayos de estos. Estos rayos son los que broncean nuestra piel inmediatamente. Al no quemarnos son menos perjudiciales que otros rayos, pero siguen siendo una de las radiaciones más dañinas puesto que penetra en nuestras células dermis, la capa media de la piel. Estas células se encuentran en la capa media de la piel, la dermis, la cual se encarga de proteger al cuerpo mediante un almohadillado, además de tener la capacidad de nutrir y eliminar los desechos

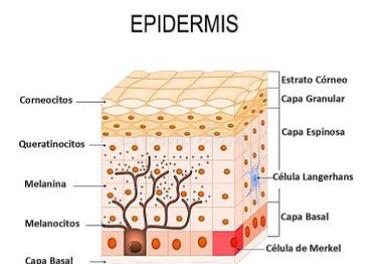


Imagen 8: Capas de la epidermis

Esta radiación actúa oxidando la melanina de nuestra piel, el pigmento que da color a la piel, provocando así lo que se conoce como “**bronceado directo**” el cual tiene la característica de desaparecer rápida y fácilmente.

Los **rayos UV-B** son los causantes de las quemaduras y cáncer de piel, además estos penetran en las capas superiores de la piel lo que significa que daña nuestro ADN y nuestras células.

Específicamente, los rayos UV-B actúan sobre las células productoras de melanina (melanocitos), lo que hacen es activar su producción y oxidarlas, provocando así lo que se conoce como “**bronceado indirecto o duradero**”.

Los **melanocitos** se encuentran en la capa basal de **la epidermis**, ellos producen unos gránulos, los melanosomas, que cuando se llenan de pigmento se transfieren a los queratinocitos vecinos. Estas células contiguas migran hacia la capa más superficial de la piel, la epidermis, llevando el pigmento dentro de ellas. Entonces cuando llegan a la epidermis basal, la melanina se propaga a través de la piel dándole así su color característico. Por lo que, cuando nos exponemos a la radiación solar, estas estimulan aún más la producción de melanina en los melanocitos de la capa basal de la epidermis haciendo así que el color aumente, y aparezca lo que nosotros conocemos como bronceado.

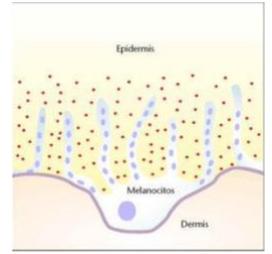


Imagen 9: Localización melanocitos en la epidermis

Los **rayos UV-C** emiten una radiación extremadamente mortal para los seres humanos. Hasta ahora la capa de ozono ha sido capaz de absorberlos completamente, pero si esta capa continúa deteriorándose a causa del cambio climático, podríamos llegar a quedar expuestos a ellos, lo que provocaría la extinción de cualquier ser vivo en nuestro planeta.

5. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA CANTIDAD DE LUZ UV QUE PENETRA EN NUESTRA PIEL:

- **La hora de exposición:** En las 24h del día hay horas en las cuales la radiación UV es más intensa, lo que significa que durante esas horas somos más propensos a absorber rayos UV. Esas horas son desde las 10h am hasta las 14h pm.
- **Altura del sol:** Dependiendo de la altura del sol los niveles de radiación ultravioleta son más altos o bajos. Cuando el Sol está más alto, lo que significa durante las horas del mediodía y los días de verano, los niveles de radiación son más altos.
- **Nuestra situación geográfica:** Los niveles de radiación ultravioleta aumentan con el acercamiento al ecuador de la tierra.
- **Nubosidad:** Más del 90% de los rayos UV pueden atravesar las nubes altas, lo cual aumenta el riesgo a quemaduras. Ya que la radiación infrarroja sí que se debilita, lo que significa que nuestra sensación térmica no es tan calurosa, y aguantamos más tiempo en el exterior expuestos a estos rayos pensando que no nos están afectando.
- **Altitud del terreno:** la radiación UV aumenta un 4% cada vez que la altura incrementa 300m de la altura del nivel del mar. En el caso de estar debajo del mar la radiación UV se debilita un 60%
- **Reflexión del suelo o de la nieve:** Dependiendo del tipo de suelo, la radiación ultravioleta se refleja más o menos, en el caso de la nieve fresca el nivel de la radiación UV aumenta un 80%, y en el caso de la arena clara la radiación ultravioleta se refleja un 25%.
- **Capa de ozono:** Como bien he dicho antes, la capa de ozono es capaz de absorber la mayor parte de la radiación ultravioleta, a pesar de eso, debido al cambio climático, esta se está debilitando, permitiendo así que cada vez traspasen más tales rayos.
- **Exposición:** Las personas que trabajan al aire libre reciben un 80-90% más de rayos UV que el resto de las personas que no trabajan al aire libre.

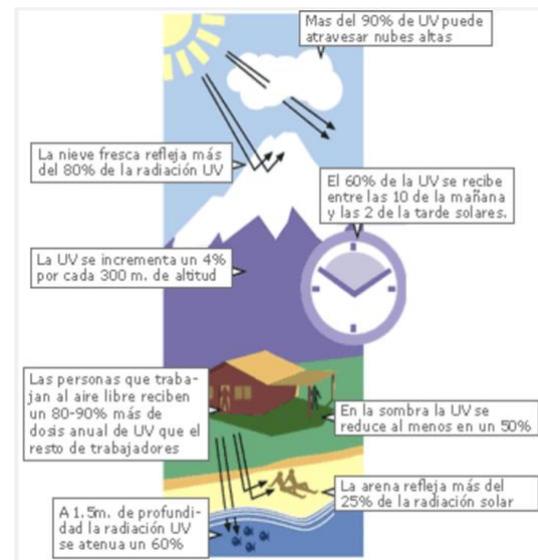


Imagen 10: Factores influyentes en la cantidad de luz UV que penetra en nuestra piel

6. ¿QUÉ EFECTOS TIENEN LOS RAYOS UV SOBRE LOS SERES HUMANOS?

Los rayos ultravioletas tienen distintos efectos sobre los humanos, unos positivos y otros negativos. A pesar de ello los efectos negativos tienen más peso e importancia que los positivos.

Perjudicialmente, los rayos ultravioletas, especialmente los rayos UV-A y UV-B, nos afectan causando **eritemas solares**, caracterizados por enrojecimiento y aparición de ampollas en la piel. Además, puede provocar **envejecimiento cutáneo prematuro**, **debilitamiento del sistema inmunitario**, **daño ocular**, **fotoalérgicas**, **fototóxicas** y **cáncer de piel**, los cuales más de un 90% de ellos son consecuencia de la radiación ultravioleta.



Imagen 11: Representación de eritemas solares causados por la radiación UV

Asimismo, la radiación UV-B daña el ADN de las células y puede causar **modificaciones genéticas**, lo que conlleva a **eritemas**, **quemaduras**, **lunares**, **manchas** y hasta la aparición de **cáncer de piel**.

La **fotodermatosis Polimorfa (EPL)** es otro efecto que tienen los rayos ultravioletas. La EPL es una alergia solar con la cual se pueden observar brotes de pústulas y erupciones leves. Estos síntomas son de aparición retardada lo que significa que se manifiestan uno o más días después. Este problema es más propio que aparezca en mujeres jóvenes y personas con piel clara. Lo más corriente es que se muestre en primavera, ya que la piel ha estado cubierta durante todo el invierno y de repente la exponemos a la luz solar.

Asimismo, los rayos UV provocan **descamación en la piel**, debido a que el calor que provocan estos rayos deshidrata los tejidos de la primera capa de la piel. Además, también pueden originar **enrojecimientos en la piel**, ya que los rayos UV-B afectan a las células de la epidermis y hace que los capilares sanguíneos se dilaten, creando así enrojecimientos en la piel. Otro efecto de los rayos UV son la aparición de **manchas**, porque la radiación UV afecta a la creación de melanina, entonces al alterar su creación aparecen unas manchas oscuras, unas más que otras, visibles en la piel.



Imagen 12: enrojecimientos en la piel causados por la radiación ultravioleta

Por último, el **cáncer de piel**, uno de los mayores culpables de la aparición de este son los rayos ultravioletas. De este hay tres tipos distintos:

- carcinoma escamocelular: se genera en las células escamosas
- carcinoma basocelular: se desarrolla lentamente
- melanoma: aparece como un gran lunar irregular

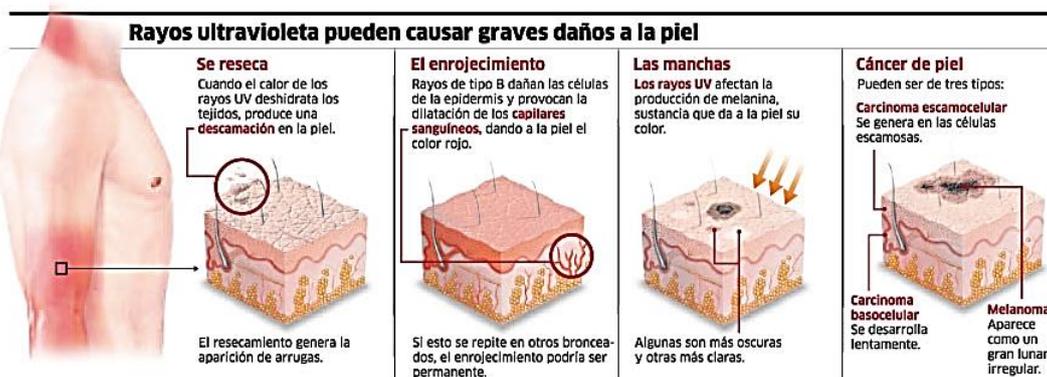


Imagen 13: Demostración de daños causados por los rayos ultravioletas

6.1 EFECTOS SOBRE LA PIEL FACIAL

El principal efecto que tienen sobre la piel facial es el envejecimiento de la piel, específicamente el envejecimiento prematuro. Este envejecimiento es provocado por condiciones ambientales, tabaco, drogas y sobre todo exposición a rayos UV. Provoca cambios en las orientaciones de las fibras de colágeno y en la elastina haciendo que la piel se descuelgue y empiece a perder firmeza.



Imagen 14: Comparación piel sana con fotoenvejecimiento

Asimismo, los rayos UV-A son los principales responsables de la aparición de **arrugas, signos de envejecimiento prematura y del bronceado**; mientras que los rayos UV-B son los principales causantes de **las quemaduras solares y del cáncer de piel**. Esto ocurre debido a que los rayos UV enflaquecen los enlaces entre las células del estrato córneo, los cuales se sitúan en la capa superior de la piel, ya que afectan a las proteínas de los córneosomas que ayudan a que las células se unan entre sí. Significa que al aplicar radiación UV la dispersión de los córneosomas aumenta. Entonces estos pequeños puntos distintos que envuelven a las células parecen haber explotado, alejándose así de su posición natural. Lo que hace que, debido a los cambios de estos córneosomas, la integridad estructural de la piel se dañe. Provocando que la piel se debilite y se desescame.

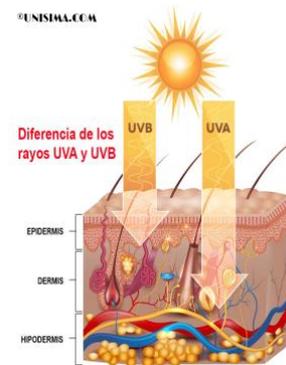


Imagen 15: Penetración rayos UV-B y UV-A

6.2 OTROS EFECTOS

A pesar de los prejuicios, los rayos ultravioletas también aportan **beneficios** a las personas:

Uno de los beneficios de los rayos ultravioletas es que **eleva el estado de ánimo** y previene el Trastorno Afectivo Estacional (TAE). Tras muchos estudios, se ha demostrado que la cantidad de serotonina producida en el cerebro es influida directamente por la cantidad de luz solar a la que el cuerpo humano está expuesto en un día. La serotonina es un producto químico cerebral importante, el cual controla el estado de ánimo y las sensaciones de felicidad. Se ha encontrado que los días luminosos los niveles de serotonina son mayores que los de los días nublados.

Otro beneficio es **la síntesis de la vitamina D**, la cual requiere la exposición a la radiación ultravioleta para poder sintetizarse. Esta vitamina es vital para la salud porque, ayuda al cuerpo a absorber el calcio, una sustancia vital para tener huesos fuertes, además de que ayuda a prevenir la osteoporosis, una enfermedad que hace que los huesos se vuelvan delgados y débiles y sean más propensos a fracturarse. Aparte de los huesos, los músculos la necesitan para el movimiento y los nervios para la transmisión de mensajes entre el cerebro y otras partes del cuerpo. Finalmente, la vitamina D es imprescindible para que el sistema inmunitario pueda combatir contra las bacterias y los virus.



Imagen 16: partes del cuerpo en las que afecta la vitamina D

7. ¿DE DÓNDE SURGIÓ LA MODA DEL BRONCEADO?

Antiguamente, antes de los años 20, tener la piel blanca era símbolo de riqueza, salud y estatus social. Y por el contrario, estar moreno era símbolo de pobreza y trabajo duro. Lo que significaba que, las clases sociales se diferenciaban por el tono de piel de la sociedad, quienes tenían la piel bronceada eran de una clase social baja, ya que se exponían largas horas al Sol, mientras que quienes tenían la piel blanca eran de la alta sociedad.

A pesar de ello, en el año 1923, la modista Coco Chanel, pasó unas vacaciones por el mediterráneo, y, tras unos días de viaje acabó bronceándose. Una vez acabaron sus vacaciones, varios periodistas la fotografiaron y vieron que su tono de piel había cambiado. En ese momento el moreno comenzó a generalizarse, ya que la gente imitaba a Coco Chanel.

A partir de ese momento, la moda del bronceado fue haciéndose cada vez más popular entre la sociedad. En los años 40 llega el color a Hollywood lo que hace que tener un buen tono de piel sea imprescindible para triunfar en la gran pantalla, de aquí, que aparezcan los primeros bronceadores. En los años 60, aparecen The Beach Boys, una banda de rock que causó un gran éxito y pone de moda las canciones relacionadas con el surf, la playa, música y con ello el moreno. Veinte años más tarde llegan los salones de bronceado, los cuales se expanden alrededor del mundo, debido a que la gente quería estar morena durante todo el año. Entonces comienzan a aparecer los primeros artículos sobre los riesgos de la sobreexposición solar y se crean los protectores solares para proteger de las quemaduras a la vez de, para poder prolongar el tiempo de exposición al Sol.

Finalmente, en la actualidad, el bronceado debe estar controlado y debe ser responsable. Porque como se ha podido demostrar, el bronceado es una manera que tiene la piel de defenderse.



Imagen 17: Evolución de la moda del bronceado

8. ¿POR QUÉ SE HABLA TANTO DE LOS PREJUICIOS DE LOS RAYOS UV? REDUCCIÓN CAPA DE OZONO

El motivo por el cual se habla tanto de los prejuicios de los rayos UV es por la reducción de la capa de ozono, nuestro principal protector de los rayos UV.

Como nos informa el artículo, “Salvar la capa de ozono ha reducido también el calentamiento global” (El País). En el año 2003 el secretario general de las Naciones Unidas por aquel entonces, Kofi Annan, sentenció que el Protocolo de Montreal había sido el acuerdo ambiental internacional con más éxito hasta el momento. Este tratado fue creado en el año 1987, en él se hacía oficial la obligación de eliminar las sustancias que consumían la capa de ozono (SAO), ya que estaban causando un agujero en la capa de ozono. Entre ellos hay un total de 96 productos químicos que se utilizan en aerosoles y refrigeración de consumo comercial. Gracias a este tratado, la gran mayoría de los países del mundo redujeron o acabaron con la producción de estos gases, con lo cual se redujeron sus niveles de contaminación, haciendo así que la capa pudiera iniciar el proceso de recuperación.

Además de ello, en este artículo se proporciona un video en el cual podemos observar como varia la concentración de ozono en la Tierra con y sin el Protocolo de Montreal. Por ejemplo, podemos observar que, en el año 2021, sin el tratado de Montreal la tierra tendría una concentración muy baja de ozono, mientras que con el tratado de Montreal las concentraciones son mayores. Esta diferencia se puede ver más en los polos de la tierra, vemos que sin el tratado las concentraciones de ozono en el ártico están entre los 400-600 más o menos, mientras que sin el tratado las concentraciones se mueven entre los 300-400. Aquí observamos la mayor diferencia. En general, la capa de ozono sí que es muy importante porque nos protege de los rayos UV, los cuales como hemos visto son muy perjudiciales, pero, además, es importante porque gracias a su recuperación el calentamiento global ha mejorado.

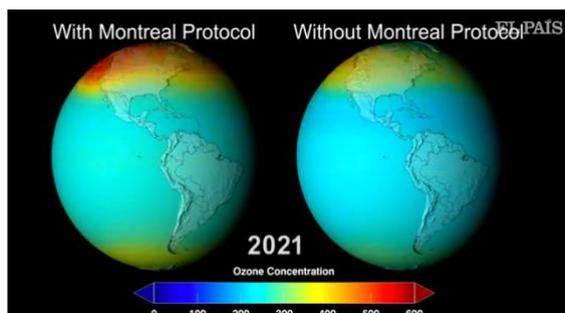


Imagen 18: comparación de cantidades de ozono con el Protocolo de Montreal y sin él.

El científico climático Paul Young, investigó y concluyó, que, a finales de este siglo, alrededor del año 2100, hubiera habido un exceso de dióxido de carbono el cual hubiera causado el incremento de las temperaturas 0,8 grados. Asimismo, los SAO también influyen en el efecto invernadero, lo que significa que estos hubieran incrementado 1,7 grados más la temperatura. Por lo que, si sumamos ambos datos obtenemos un incremento de 2,5 grados en la temperatura de la tierra, los cuales influirían directamente en el calentamiento global. Entontes, gracias a este protocolo hemos conseguido evitar esto a la vez que evitar la destrucción de la capa de ozono.

9. ÍNDICE DE ULTRAVIOLETA GLOBAL (IUV)

El IUV, el índice ultravioleta solar global, son los intervalos que utilizamos para medir la intensidad de radiación ultravioleta que llega a la tierra y que reacciona directamente con la piel humana.

Los intervalos del IUV informan del daño que puede sufrir tu piel si la expones al Sol en cada zona geográfica. Estos intervalos van del 0 al 10+. Contra más grande sea este valor, mayor es el riesgo al que exponemos nuestra piel y nuestros ojos, y a su vez menos tiempo tarda en dañar. Además, el IUV es un mecanismo muy útil para informar a la población de cuando necesitan utilizar protección solar y su cantidad.

Como bien ya sabemos, el cáncer de piel es una de las principales consecuencias de la exposición excesiva a los rayos UV y estos datos cada vez van incrementando más. La *World Health Organization* decidió desarrollar el índice de ultravioleta solar global, para utilizarlo como una herramienta educativa en los programas de salud y protección.

CATEGORÍA DE EXPOSICIÓN	INTERVALO DE VALORES DEL IUV
BAJA	< 2
MODERADA	3 A 5
ALTA	6 A 7
MUY ALTA	8 A 10
EXTREMADAMENTE ALTA	11+

Imagen 19: Categorías de exposición para los diferentes valores del índice ultravioleta

El IUV tiene un valor mínimo de 0 y no tiene un valor máximo prescrito. El índice al ser estándar es comparable y útil en todo el mundo, para así facilitar la comprensión y el entendimiento de él. Para determinar cada intervalo se utilizan distintos colores, para el UVI menor que ≤ 2 se utiliza

el color verde, en el siguiente intervalo (3-5), que es el moderado se utiliza el color amarillo. Cuando ya va incrementando la intensidad de exposición y llega al intervalo de 6 a 7 se utiliza el color naranja, cuando pasa al siguiente intervalo se cambia al color rojo y la intensidad incrementa a un riesgo de exposición dañina muy alta (8-10). Por último, el UVI extremo se representa con el color morado y el intervalo va del (11 a valores superiores).

Del valor del UVI dependen las medidas adecuadas para la protección de la radiación ultravioleta que cada ciudadano debe tomar. En el siguiente gráfico podemos observar que medidas hay que tomar en cada intervalo del valor del UVI.



Imagen 20: intervalos valores UVI

En este gráfico se demuestra que, entre los valores 1-2 la exposición a los rayos UV no es dañina y se puede permanecer en el exterior sin riesgo. Seguidamente, entre los valores del 3 al 7 el riesgo aumenta y la exposición a los rayos solares es más dañina, por eso se recomienda que se mantenga a la sombra, se cubra con alguna prenda de ropa, utilizar protección solar y un sombrero. Cuando los valores pasan del 8 el riesgo es extremo y la exposición es peligrosa, por eso se recomienda que, evite salir durante las horas centrales del día, busque la sombra y use protección solar, camisa y sombrero.

A pesar de ello, todas estas recomendaciones son estándares para la sociedad, para ser más exactos también habría que tener en cuenta los fototipos cutáneos de cada uno, para así tener recomendaciones y consejos más exactos.

9.1 FOTOTIPOS:

El fototipo es la capacidad que tiene nuestra piel para asimilar y tolerar las radiaciones solares, más específicamente los rayos UV. Lo que significa, que contra más alto sea tu fototipo más resistencia al Sol sin la necesidad de utilizar protección tendrás. te defiendes del Sol sin la obligación de utilizar protección.

Hoy en día existen 6 fototipos de la piel, dentro de las características de cada fototipo también se hace referencia al color de pelo o de ojos.

Fototipo	Color de piel	Rasgos faciales	Quemaduras	Tipo de protección
I	Piel muy blanca/rosada	Pecas, pelirrojo/rubio claro y ojos claros	Tendencia a quemarse siempre y poco bronceado	Protección solar >50+
II	Piel blanca	Pelo rubio, ojos claro	Muy fácilmente	Protección solar +50
III	Ligeramente morena	Pelo castaño y ojos verdosos	Fácilmente	Protección solar 50
IV	Moreno	Pelo castaño y ojos marrones	Ocasionalmente	Protección solar >30
V	Muy moreno	Pelo y ojos oscuros, marrones.	Difícil se queman, broncean fácilmente	Protección solar >15
VI	Negra	Pelo y ojos muy oscuros o negros	No se queman, se broncean muy fácil	Protección solar al menos 15

Considerando la tabla anterior, podemos decir que, aunque tu fototipo sea muy alto el uso de protección solar es vital. A pesar de ello, es importante remarcar que, cuanto más bajo sea el fototipo antes se quema, por ejemplo, en unas mismas condiciones solares, una persona con fototipo 1 tardaría unos 10 minutos en quemarse, mientras que otra persona con un fototipo 4 se quemaría al cabo de unos 40-45 minutos de exposición al Sol.

Las personas con fototipo 6 no se queman o les cuesta mucho quemarse, debido a que están muy pigmentadas, en su piel tienen mucha melanina lo que hace que la propia pigmentación absorba los rayos solares, no obstante, siguen necesitando la protección solar puesto que las radiaciones siguen siendo igual de perjudiciales.

En la anterior tabla observamos el tiempo que tarda en quemarse cada tipo de piel y el tipo de FSP que necesita cada piel dependiendo del Índice UV. Como podemos observar el tipo de piel I es el que se debe proteger más ante cualquier valor del IUV y en cambio, el tipo de piel IV es el que menos se debe proteger con una diferencia abismal.

Índice UV		Pel I	Pel II	Pel III	Pel IV
1	Bajo	DEM: 40 min.	DEM: 50 min.	DEM: 80 min.	DEM: 100 min.
2		FSP: 15	FSP: 12	FSP: 9	FSP: 6
3	Moderado	DEM: 20 min.	DEM: 30 min.	DEM: 40 min.	DEM: 50 min.
4		FSP: 30	FSP: 25	FSP: 15	FSP: 12
5					
6	Alto	DEM: 15 min.	DEM: 20 min.	DEM: 25 min.	DEM: 35 min.
7		FSP: 50	FSP: 40	FSP: 30	FSP: 20
8	Muy alto	DEM: 15 min.	DEM: 20 min.	DEM: 25 min.	DEM: 35 min.
9		FSP: 50	FSP: 40	FSP: 30	FSP: 20
10					
≥ 11	Extremo	DEM: 10 min.	DEM: 15 min.	DEM: 20 min.	DEM: 25 min.
		FSP: 60	FSP: 50	FSP: 40	FSP: 30

Imagen 21: Tabla representativa del FPS y tiempo de exposición sin protección dependiendo del IUV y Fototipo

9. 2 GRÁFICO ÍNDICE UV EN BARCELONA Y MADRID

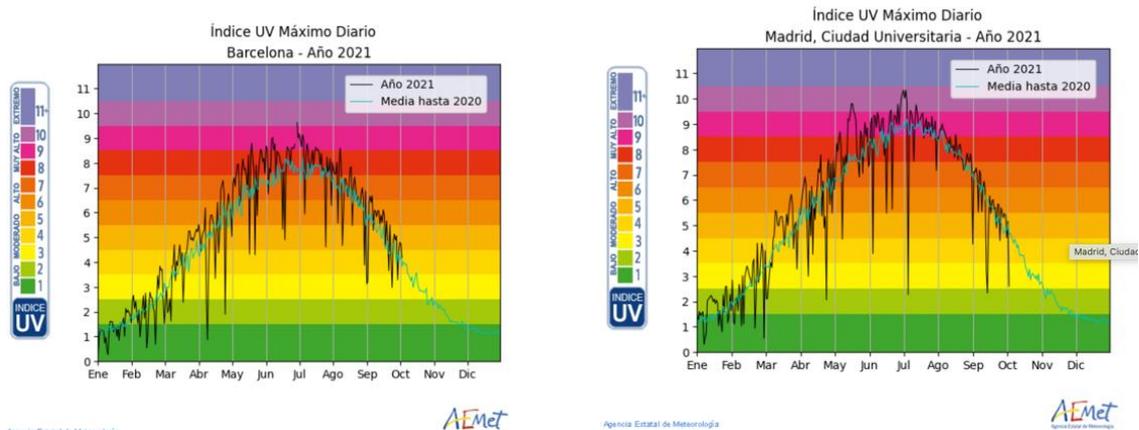


Imagen 22: comparación índice UV de Barcelona y Madrid

En estos gráficos, se nos informa del IUV en Barcelona y Madrid durante el año 2021 (desde enero hasta septiembre) y nos lo comprara con los datos del 2020. En ellos podemos ver y comprobar que por lo general los valores del IUV de Madrid son mayores que los de Barcelona. Por ejemplo, en los meses más calurosos y que la exposición al Sol es mayor, como julio y agosto, los valores en Barcelona llegaban al 8.5 – 9.5, mientras que en Madrid durante esas mismas fechas los valores eran de un 9.5 – 10.

Esto significa que, en Madrid durante los meses de verano hay que ser más precavido y tener más cuidado a la hora de exponerse al Sol ya que los niveles del IUV son mayores a 9 y eso ya son valores muy altos, extremos. Mientras que, en Barcelona, son valores mínimamente inferiores, por lo que hay que tener el mismo cuidado.

A pesar de ello, el hecho de que haya costa en Barcelona provoca que la gente vaya mucho más descubierta que en Madrid, por lo que la exposición total es mucho mayor en Barcelona que en Madrid, lo que al fin y al cabo acaba siendo proporcional y en ambos lugares existe el mismo riesgo.

10. ¿QUÉ PROTECCIONES SE USABAN/USAN FRENTE A LOS RAYOS ULTRAVIOLETAS?

Las protecciones solares no han sido un producto de la vida cotidiana de nuestros antepasados, más bien es un producto relativamente nuevo en nuestras vidas, a pesar de ello, sí que es verdad que desde el hombre primitivo se han estado buscando soluciones y remedio para las graves quemaduras que producía la exposición al Sol.

En el caso de la antigua Grecia (1200 a.c – 146 a.c) lo que hacían para protegerse era ponerse sombreros que ellos los llamaban *petasos*. Este petaso estaba hecho de fieltro y ala ancha, el cual tenía distintas posiciones para poder adaptarlo dependiendo del Sol.



Imagen 23: representación vestimenta para el sol antigua Grecia

Así mismo, las mujeres muchas veces se cubrían con velos y con el borde de los mantos. Normalmente, la única parte que llevaban al descubierto era la cara, el resto del cuerpo estaba cubierto por algún tipo de prenda. También, se usaban tiendas, chozas hechas con palos y telas o pequeños refugios.

Los egipcios, a pesar de que adoraban el Sol, también eran conscientes de los efectos negativos que tenían sobre la piel, por lo que, optaron por utilizar compuestos orgánicos y cremas hechas con barro del Nilo y excremento de cocodrilo. Con esto esperaban poder proteger las zonas de la piel que más se exponían al Sol.

Como bien explicaba anteriormente, en la antigüedad el color moreno de la piel pertenecía a la clase baja, ya que significaba trabajar expuesto al Sol. Entonces, las personas de clases sociales altas se criaban protegidas completamente de la radiación solar. Esto fue una iniciativa en la antigua Grecia y cada vez se fue expandiendo más. Por lo que, al igual que en la antigua Grecia, la clase alta utilizaba sombreros y polvos blancos para cubrir su piel y así evitar broncearse al salir de los palacios.

Fueron pasando los siglos y la situación mejoraba, pero muy lentamente, por lo que el único remedio que empleaban era cubrirse lo máximo posible.

El comienzo de “crema solar” real se remonta a la Segunda Guerra Mundial. Los soldados destinados a zonas tropicales se encontraban expuestos a la radiación solar durante largas jornadas, por lo que conlleva a que un aviador y farmacéutico americano, Benjamin Green, creó la famosa marca de Coppertone en el año 1944, creando así la primera crema protectora y también bronceadora. Esta era un aceite extraído del petróleo con baja protección, el nombre que recibía esta protección era “Red Vet Pet”, principalmente estaba compuesta por parafina que evitaba que los rayos UVB penetraran directamente en la piel.



Imagen 24: propaganda crema solar americana, “Red Vet Pet”

Junto a todo esto, Coco Chanel fue lo que marco la moda del bronceado, lo que replanteó toda la idea de belleza, salud y clase que se seguía en la antigüedad. Ahora la piel bronceada ya era un indicador de privilegio, dinero y distinción, por lo que muchas marcas comenzaron a elaborar bronceadores que permitían a la población pasar más tiempo bajo los rayos solares evitando las quemaduras.

Al cabo de unos años, en el 1962, se introdujo el FPS (factor de protección solar), un estándar mundial que sirve para determinar la efectividad de la protección solar sobre la piel. A su vez, muchas investigaciones fueron descubriendo los efectos dañinos del Sol en la piel, así como el cáncer de piel y otras consecuencias graves. Con todos estos datos, las cremas bloqueadoras que más que nada eran bronceadoras comenzaron a evolucionar, centrándose más en la protección de los rayos UV que en el efecto bronceador. De aquí es de donde salió lo que hoy en día conocemos como Protector Solar, tanto físico como químico.

Hoy en día, para protegernos del Sol utilizamos cremas, aceites, bronceadores o protecciones solares. Como se ha investigado tanto y se ha concluido que la radiación UV puede llegar a ser

muy dañina, se han creado varios métodos de protección, por eso tenemos tantos tipos distintos de protección solar.

11. ¿QUÉ SON LOS PROTECTORES SOLARES, FILTROS SOLARES Y AFTERSUN?

11.1 PROTECTORES SOLARES

Los protectores solares o bien fotoprotectores son todos aquellos productos (cremas, aceites, espráis, etc.) que se aplican encima de la piel con el objetivo de protegerla de los efectos negativos de las radiaciones solares ultravioletas, tanto de las UV-A como de las UV-B. Estos productos nos protegen de la radiación debido a que, en su composición llevan unas sustancias denominadas filtros, los cuales son capaces de frenar la acción de cada tipo de radiación. Hay dos tipos de protectores, los **protectores solares físicos** que son aquellos que utilizan químicos inorgánicos y el filtro funciona bloqueando o dispersando la luz solar lejos de nuestra piel, y los **protectores solares químicos** que son aquellos que utilizan químicos orgánicos, en los que el filtro funciona absorbiendo los rayos UV haciendo así que la piel no los absorba.

Estos protectores son fundamentales para evitar lesiones cutáneas como quemaduras y con el paso del tiempo cáncer.

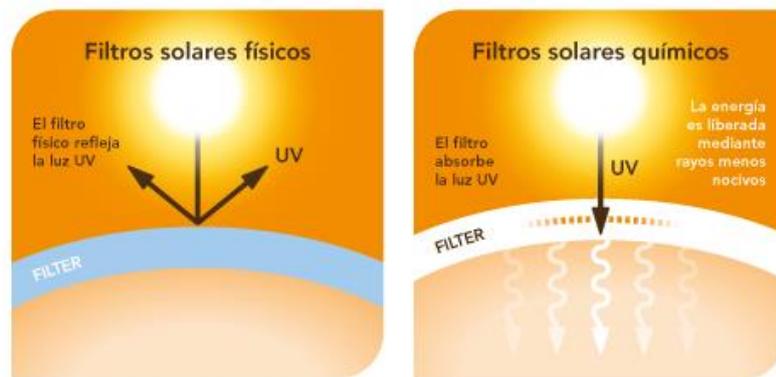


Imagen 25: diferencia entre filtros químicos y físicos

La *Academia Estadounidense de Dermatología* afirma que los protectores solares son completamente seguros y que ningún estudio existente demuestra lo contrario. A pesar de ello, aseguran que para los bebés menores de 6 meses de edad es mejor no utilizar protectores solares, sino que vestirlos con ropa que les tape del Sol y que no se expongan mucho al Sol, pero cuando ya son más mayores de esas edades la AAD recomienda completamente el uso de protectores solares.

Hay dos métodos de preparación de protectores solares distintos:

1. Los *preparados antisolares*: Estos impiden el paso total de las radiaciones solares, así como del bronceado. Se recomiendan completamente para personas de piel fina y delicada que se pigmentan difícilmente y que corren mucho riesgo de quemarse.
2. Los *preparados solares*: Estos son productos que absorben de manera selectiva las radiaciones ultravioletas causantes del eritema solar, pero a diferencia del tipo anterior no impide el bronceado.

11.2 FILTROS SOLARES

En ambos casos, los productos incluyen unos activos, denominados genéricamente **filtros solares**. Estos son sustancias que se utilizan en los protectores solares para ayudar a la piel a protegerse de los rayos perjudiciales del Sol. Los filtros solares reflejan, absorben y esparcen los rayos UV-

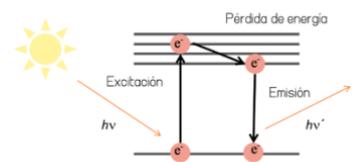
A y los UV-B. Además, ayudan a proteger la piel del envejecimiento prematura y el daño que puede conducir al cáncer de piel.

Podemos encontrar tres tipos distintos:

1. Filtros físicos:

Los filtros físicos reflejan la radiación solar sin absorberla. Son de amplio espectro, retienen las radiaciones solares de la zona del ultravioleta y también las del visible y las del infrarrojo. Hay veces que se les denomina “ecran” (pantallas), estos son muy eficaces, útiles y recomendables para evitar tanto el eritema como el bronceado. Básicamente actúan como pequeños espejos que reflejan la radiación solar minimizando el daño solar. Se ha desarrollado unos pigmentos micronizados con un tamaño de partícula entre 10 y 50nm, formulados en una base adecuada. Actúan de forma completamente segura y no blanquean la piel.

Los filtros físicos lo que hacen es absorber la energía lumínica, al absorberla los electrones se excitan y comienzan a moverse hasta que vuelven a su estado normal, mientras que ocurre este proceso, se emite una radiación con una energía menor que la del incidente. De esta forma los filtros físicos reflejan la radiación ultravioleta.



Estos filtros son recomendables para:

- niños menores de año y medio.
- dermatitis.
- Piel lesionada, donde haya riesgo de absorción del filtro
- presencia de cicatrices.
- después de tratamiento con laser/ realización de peelings químicos
- pieles alérgicas y reactivas
- intolerancia a los filtros químicos
- presencia de eritema

Imagen 26: funcionamiento de filtros físicos

2. Filtros químicos:

Los filtros químicos, son moléculas orgánicas compuestas por carbono, oxígeno e hidrógeno con grupos cromóforos en la región UV. Actúan absorbiendo la radiación solar ultravioleta convirtiéndola a su vez en una pequeña cantidad de calor. Dependiendo de la longitud de onda absorbida se distingue entre los filtros UVB, UVA y de amplio espectro. En el caso de estos filtros, la energía lumínica se transforma en calor, por lo que al aplicarlos en la piel mientras absorbe la radiación ultravioleta a su vez crea calor.

Estos filtros requieren alrededor de 30 minutos para poder ejercer su función, por lo que los debemos de emplear con la debida antelación antes de la exposición solar. El problema de este tipo de filtros es que pueden penetrar en la piel y a su vez penetrar en el estrato córneo, provocando posibles irritaciones o dermatitis por contacto. Entonces estos filtros no son muy recomendables para pieles sensibles, atópicas, bebés o embarazadas.



Imagen 27: demostración irritaciones y dermatitis por contacto

Existen dos tipos de protectores químicos distintos, que son los siguientes:

- **Fotoprotectores químicos de protección limitada:** Estos protectores tan solo protegen de los rayos UV-B, lo que significa que solo protegen del riesgo a las quemaduras solares, pero no protege de los rayos UV-A.
- **Fotoprotectores químicos de protección amplia:** Estos protectores protegen a la vez de los rayos UV-B como UV-A, lo que significa que protegen de las quemaduras solares y de todo tipo de envejecimiento cutáneo y cánceres anteriormente provocados por los rayos solares.

3. Filtros biológicos:

Los filtros biológicos son antioxidantes, por lo que no son filtros solares como tal, ya que no bloquean la radiación solar por sí mismos. A pesar de ello potencian el subsistema inmunológico cutáneo.

Los más utilizados y conocidos son las vitaminas A, C y E, tras investigar estas vitaminas se ha demostrado que estas tienen propiedades anti radicales y actúan contra el envejecimiento cutáneo y los cánceres de piel. Entonces, lo que se hace es combinar filtros químicos UVA/UVB y filtros biológicos para obtener protectores con amplio espectro de protección y elevada eficacia.

11.3 AFTER SUN:

Como todavía hay gente que no se aplica correctamente la protección solar, ya sea porque no la utiliza o porque no sabe en que momento se la tiene que poner ni cuantas veces debe hacerlo, existen cremas para una vez ya te has quemado, es decir, es una crema que sirve y se utiliza una vez ya te has expuesto al Sol y ya te has quemado. Esta crema se conoce como **After Sun**.

Como bien indica su nombre, el After Sun es una loción corporal o facial que se utiliza después de haber expuesto la piel al Sol. Su función es calmar y rehidratar la piel que ha sufrido lesiones por la radiación solar y así compensar la sequedad que el Sol puede generar. Por lo general el After Sun tiene una textura ligera y sencilla, compuesto por una gran cantidad de “calmantes” utilizados para cuidar y regenerar la piel.

Muchas personas asocian el After Sun con la crema hidratante, pero no es correcto el uso de ellos como sinónimos. El After Sun contiene ingredientes calmantes y otras sustancias que ayudan a la recuperación de la piel, mientras que una crema hidratante simplemente hidrata la piel.

Es muy recomendable que tanto este producto como la protección solar se conviertan en imprescindibles en nuestro día a día durante el verano. Principalmente, el uso adecuado de una protección solar diariamente, y siempre después de la ducha aplicarnos After Sun si hemos estado expuestos al Sol. Ya que, aunque nos pongamos protector solar, el Sol el agua salada o el agua con cloro hacen que nuestra piel se deshidrate, así como puede provocar quemaduras, rojeces o pequeñas lesiones en nuestra piel. Por lo que, aplicándonos After Sun, conseguiremos reparar los daños causados.

a) Componentes principales del After Sun:

Para obtener el beneficio absoluto del After Sun, entre sus ingredientes principales se encuentran: **manteca de Karité, glicerina y aloe vera.**

Manteca de Karité: Este ingrediente principalmente sirve para mantener la piel hidratada

Glicerina: Este ingrediente es útil por el hecho de tener propiedades para retener agua, entonces lo utilizamos para que retenga el agua en el organismo.

Aloe vera: El Aloe vera tiene propiedades antiinflamatorias y regeneradores, lo que significa que funciona como calmante ante las lesiones provocadas por la radiación solar

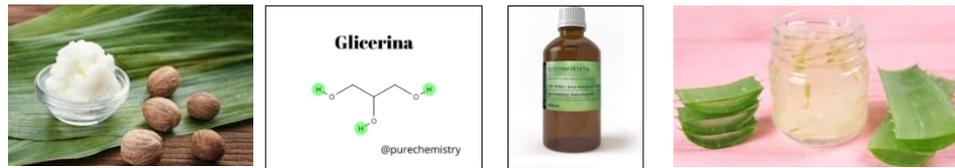


Imagen 28: componentes principales After Sun

b) Beneficios principales del After Sun:

- Hidrata y nutre nuestra piel.
- Calma y refresca el escozor y el calor provocado por los rayos solares.
- Previene los signos del fotoenvejecimiento y mantiene la piel joven.
- Provoca que el bronceado dure más y sea uniforme.

c) Que tipos de After Sun podemos encontrar en el mercado:

Dentro del mercado del After Sun existen distintos tipos de texturas, las cuales puedes elegir dependiendo de tu tipo de piel o gustos.

- El primer tipo de textura es **el gel o fluido**, las cuales son muy recomendadas para las personas de piel grasa
- Otro tipo de textura es la **crema**, de las cuales podemos encontrar tanto ligeras como espesas.
- como último tipo encontramos After Sun en **spray**, esta textura es muy agradable y aporta una sensación muy fresca, así como si te rociarías con agua.



Imagen 29: Tipos After Sun

12. FPS:

El **FPS** (Factor de Protección Solar) es el valor el cual nos indica el número de veces que el foto protector aumenta la capacidad de defensa natural de la piel frente a la radiación ultravioleta. Para conseguir calcular este tiempo lo que hay que hacer es: multiplicar el tiempo que tu piel por naturaleza podría estar expuesta al Sol sin sufrir ningún tipo de lesiones sin ningún tipo de protección (dependiendo del fototipo de cada persona) por el factor de protección solar (FPS) de la crema solar elegida.

El Factor de Protección Solar se divide en diferentes intervalos y valores, estos, son los siguientes:

- 6-10 - 50
- 15-20 - 50+
- 30



Imagen 30: operación para calcular tiempo de exposición dependiendo del FPS y Fototipo

Cada uno de ellos se diferencia por la durabilidad de la protección, contra más pequeño sea su valor menor tiempo estarás protegido, en cambio contra más grande sea el valor mayor tiempo estarás protegido de la radiación solar. Además, el FPS es un valor que no actúa sobre todas las pieles por iguales, dado que hay que tener muy en cuenta **el fototipo** de cada uno a la hora de determinar que FPS es mejor para cada persona y su piel.

Por ejemplo:

Dos personas utilizan una crema solar con un FPS30 en un día con un IUV de 6, lo que significa que el riesgo solar es moderado. La persona número 1 tiene un fototipo II, mientras que la persona número 2 tiene un fototipo V. Para calcular la efectividad y el tiempo que cada uno puede estar expuesto al Sol sin quemarse utilizando una crema con el mismo FPS utilizaremos la fórmula siguiente.

Tiempo que tu piel puede estar expuesta al Sol sin quemarse sin protección x **FPS** = **Min. que te durara la protección**

TR

Persona nº1 (fototipo II) :

23min x 30 = 690min → podrá estar expuesto al Sol sin quemarse (con protección) 690min.

Persona nº2 (Fototipo V):

47min x 30 = 1410min. → podrá estar expuesto al Sol sin quemarse (con protección) 1410min.

Con este ejemplo se demuestra como que, aunque el FPS sea el mismo, la protección que ofrece depende totalmente del fototipo de cada uno. Por lo tanto, a la hora de decidir que FPS es mejor hay que tener en cuenta el tipo de piel de cada uno y sus distintas características.

En la siguiente tabla se presentan los datos recomendados del tiempo máximo de exposición, dependiendo del IUV y los fototipos.

Índice de radiación ultravioleta (IUV)	Dosis efectiva mínima de radiación UV (Med/Hr)	Tiempo máximo de exposición (minutos)					Riesgo solar
		Tipo de piel					
		Muy clara	Clara	Morena clara	Morena oscura	Oscura	
1	0,43	112	140	175	219	274	Mínimo
2	0,86	56	70	88	109	137	Mínimo
3	1,29	37	47	58	73	91	Bajo
4	1,72	28	35	44	55	68	Bajo
5	2,14	22	28	35	44	55	Bajo
6	2,57	19	23	29	37	47	Moderado
7	3,00	16	20	25	31	39	Moderado
8	3,43	14	18	22	27	34	Moderado
9	3,86	12	16	19	24	30	Alto
10	4,29	11	14	18	22	27	Alto
11	4,72	10	13	16	20	25	Alto
12	5,15	9	12	15	18	23	Muy alto
13	5,57	9	11	14	17	21	Muy alto
14	6,00	8	10	13	16	20	Extremo
15	6,43	8	9	12	15	18	Extremo

Imagen 31: Tabla de datos representando el tiempo máximo de exposición dependiendo del IUV y fototipo recomendados

A pesar de ello, hay que tener en cuenta que existen diversos factores que disminuyen la eficacia de la protección de las cremas solares y por lo tanto el valor del FPS disminuye a su vez. Estos factores son, la sudoración, el contacto con el agua, con la arena de la playa o con el roce de la ropa. Por eso, se recomienda que, aun teniendo en cuenta el tiempo que tu piel puede estar expuesta y el FPS de la protección solar que utilices, también hay que tener en cuenta estos factores, por lo tanto, es necesario aplicarse protección solar en intervalos de menos tiempo, por lo menos cada dos horas.

13. ¿DE QUE PROTEGEN LOS PROTECTORES SOLARES?

Cuando nuestra piel recibe radiación ultravioleta lo que le ocurre es, las células de la piel están recibiendo energía, por lo que pasan a estar en un estado “excitado” y mediante procesos bioquímicos consiguen gestionar esta energía. Dentro de estos procesos algunos los podemos considerar como positivos, como por ejemplo la metalogénesis o la síntesis de la melanina, que además de hacer aparecer el bronceado, crea la primera barrera protectora.

A pesar de ello, un exceso de radiación UV provoca daño celular, lo que puede llevar a la muerte de células, y estrés oxidativo, apareciendo a su vez el fotoenvejecimiento.

Dentro de la radiación ultravioleta, distinguimos dos tipos distintos: UV-A y UV-B. Los rayos UV-A son aquellos que provocan arrugas, destrucción de colágeno, lo que significa pérdida de elasticidad y suavidad. Mientras que los rayos UV-B son aquellos que producen bolsas, ampollas y son causantes de las quemaduras solares.

Entonces, los protectores solares nos protegen de estos rayos, pero ¿Cómo actúan realmente? Los protectores solares contienen unas sustancias denominadas filtros, estos son unas moléculas que minimizan la penetración de estos rayos en la piel. Dentro de estos filtros hay dos tipos, los químicos y los físicos. Los **filtros físicos actúan reflejando los fotones de luz** y a su vez impiden los daños a nivel cutáneo, mientras que **los químicos absorben la radiación solar** y neutralizan los efectos de los fotones que llegan. Por lo tanto, los filtros físicos crean una capa en la piel que refleja toda la radiación solar que recibimos y los filtros químicos absorben esa radiación hasta que su efectividad termina.

Esto significa que la protección de los protectores solares depende de los filtros utilizados y el resto de los componentes tan solo mejoran la función de la crema sobre nuestra piel.

14. ¿QUÉ TIPOS DE TEXTURAS PARA PROTECTORES SOLARES EXISTEN?

1. **Crema:** esta textura es la más recomendada para pieles secas ya que tiene una composición más enriquecida. Se puede encontrar tanto con o sin color, dependiendo de las preferencias del comprador.
2. **Emulsión:** Este tipo es más ligero y menos aceitoso. Por lo que se ajusta mejor a pieles mixtas y grasas.
3. **Gel:** tiene una textura ligera y fresca y se extiende con facilidad. Se absorbe rápidamente y no aporta grasa a la piel. Son recomendadas para pieles grasas, mixtas y con acné.
4. **Aceite:** este tipo de textura es más recomendable para uso corporal que para uso facial. Deja un ligero brillo satinado sobre la piel, embelleciéndola y protegiéndola a su vez.
5. **Leche protectora:** Tiene una textura suave pero su uso es completamente recomendable para el tronco superior e inferior
6. **Espray:** Este tipo de protección se aplica con dispensadores especiales los cuales desprenden la protección ligeramente. Su aplicación es rápida y fácil, por lo que es muy útil para niños.



Imagen 32: distintos tipos de texturas existentes

15. ¿CUÁLES SON LOS COMPONENTES BÁSICOS DE LAS CREMAS SOLARES FÍSICAS Y QUÍMICAS?

a. Ingredientes dependiendo del filtro:

1. Filtros físicos más utilizados en protectores solares:
 - Dióxido de titanio
 - Oxido de Zinc
 - Oxido de hierro
 - Silicio, talco, calamina, mica, caolín, ictamol
2. Filtros químicos:

- Benzofenonas
- Avobenzona
- Mexoryl SX
- Tinosorb
- Octocrylene
- Homosalate

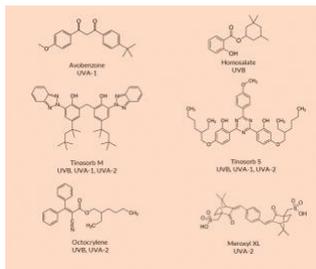


Imagen 33: filtros químicos

b. Ingredientes hidratantes utilizados:

3. Los ingredientes humectantes son aquellos que atraen agua del medio externo y en el caso de ambientes secos atrae el agua de la propia dermis. Los más habituales son los **agentes oclusivos**, los cuales crean una capa protectora encima de la piel para impedir que el agua se evapore, básicamente crean una capa hidrofóbica. Estos agentes oclusivos pueden ser tales como:
 - Vaselina
 - Aceite mineral
 - Dimeticona
 - El humectante más utilizado es la **glicerina** y el **Aloe Vera**
4. Además de estos, también se utilizan **ingredientes emolientes** para mejorar la textura de la loción en la piel. Reducen la pegajosidad y espesura provocadas por los ingredientes humectantes. A su vez llenan los espacios entre las células descamadas de la epidermis. Los ingredientes emolientes más utilizados son:
 - Aceite de coco
 - Ésteres cetílicos
 - Siliconas

c. Otros ingredientes utilizados son los emulsionantes, su función es poder hacer compatibles el agua y el aceite. De estos hay distintos tipos:

- Agentes de suspensión: son aquellos que ofrecen un control sobre el tamaño de las partículas y distribución uniforme del tamaño de las partículas
- Agentes neutralizantes: estos agentes cuando se aplican sobre sustancias químicas peligrosas neutralizan o reducen sus propiedades disminuyendo el riesgo de contaminación.
- Espesantes: Son aquellos que ayudan a la loción a tener un cuerpo, estabilidad y facilitan la formación de enlaces entre las moléculas.

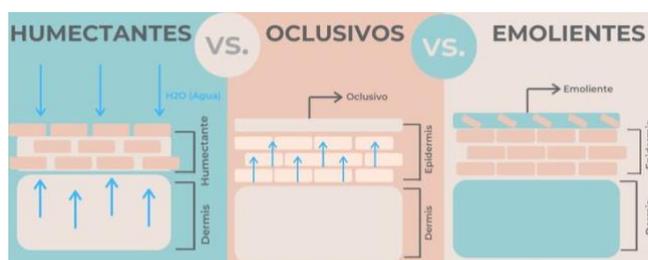


Imagen 34: ingredientes hidratantes

PARTE EXPERIMENTAL

Parte Técnica – construcción de un UV-metro –

I. Explicación del experimento:

La protección de la radiación ultravioleta con lociones solares es un hecho muy importante que deberíamos de tener todos en cuenta cada día de nuestras vidas, dado que los efectos de esta radiación pueden llegar a ser muy peligrosos para nuestra piel incluso llegar a ser mortales o cancerígenos. Por este motivo, he diseñado un proceso experimental que nos permite comparar y determinar que protección solar comercial es mejor para prevenir e inhibir los efectos negativos de los rayos UV. Entonces, este experimento consiste en estudiar y valorar numéricamente los resultados de la eficacia de distintos protectores solares con distintos FPS ante radiación UV-A dependiendo del tiempo de exposición, con el fin de comprobar si existe una diferencia entre protectores solares de distintas marcas con un mismo FPS.

La finalidad de este experimento es encontrar respuestas a las preguntas siguientes, ¿todas las cremas, independientemente de sus marcas, con un mismo FPS tienen la misma eficacia ante los rayos UV-A? y si es así ¿Porqué hay tantas marcas comercializando protectores solares y con tanta variabilidad de precios?

Entonces la práctica consiste en montar un UV-metro con un sensor y una placa Arduino, donde se depositará la protección solar. Luego colocar el UV - metro debajo de una lámpara de luz UV-A. Finalmente conectarlo al ordenador y leer los resultados obtenidos.

II. Explicación del programa:

Para realizar este experimento, decidí crear un programa de Arduino propio, en donde pudiera determinar la cantidad de radiación que traspasara una capa de protección solar y a su vez que me determinara el riesgo que supondría para una persona exponerse al Sol bajo esas mismas condiciones (misma longitud de onda y misma protección solar).

El programa utilizado para realizar este experimento es un programa de Arduino. Este programa nos permite leer cuanta radiación le llega al sensor cuando tiene protección solar encima mientras pasa el tiempo.

El programa consiste en unos códigos de Arduino donde dependiendo de la radiación recibida por el sensor los resultados de IUV serán unos u otros. Entonces, estos códigos tienen programados distintos intervalos, que dependiendo de la radiación recibida nos situaremos en unos u otros. Estos intervalos dependen del Índice UV, es decir, dependen de las tablas definidas por la *World Health Organization* donde cada valor analógico se sitúa en un intervalo, los cuales significan un riesgo de exposición distinto.

VALORES ANALÓGICOS – INTERVALOS –	IUV & CATEGORÍA DE EXPOSICIÓN
0 – 10	0, Ninguno
10 – 46	1, Bajo
46 – 65	2, Bajo
65 – 83	3, Moderado
83 – 103	4, Moderado
103 – 124	5, Moderado
124 – 142	6, Alto
142 – 162	7, Alto
162 – 180	8, Muy alto
180 – 200	9, Muy alto
200 – 221	10, Muy alto
221 ≤	11, Extremadamente alto

Una vez representados estos datos en el programa, este se enviará a la placa Arduino para poder transformar los datos recibidos en el sensor a datos que nosotros queremos obtener para luego compararlos.

Por ejemplo, depositamos una gota de protección en el sensor y le emitimos radiación UV- A. Una vez el sensor reciba esa cantidad de radiación esta se enviará numéricamente a la placa Arduino, en ese momento, la placa transformara los datos en valores analógicos, los cuales seguidamente serán transferidos al ordenador donde dependiendo del valor nos dará un IUV, en el caso de que, por ejemplo, la radiación recibida sea menor a 10 (valores analógicos) el IUV será=0 y la categoría de exposición = Ninguno.

III. Explicación del funcionamiento y proceso experimental:

La primera parte del experimento consiste en la construcción de un UV-metro y en la programación de un programa de Arduino con el fin de recopilar datos sobre la radiación recibida tanto con la presencia de protector solar como sin su presencia.

UV – metro:

Un UV-metro se basa en la interconexión de un sensor UV Guva - S12Sd con una placa de **Arduino Uno** para medir la intensidad de luz ultravioleta (mV). Este sensor nos permite detectar una longitud de onda de 240 nm – 370 nm, es decir, nos permite medir tanto rayos UV-A como rayos UV-B.

Una vez montado el sensor y la placa Arduino, estos se conectan mediante un cable USB al ordenador, donde se verán representados los resultados interpretados por el sensor. El sensor HALJIA Guva – S12Sd interpreta unos valores analógicos que representan la intensidad de luz UV recibida de la lámpara de luz UVA/UVB.

Materiales:

- UV- Metro
- Sensor Guva – S12Sd
- Placa Arduino Uno
- Lámpara para tortugas
- Bombilla UV – A (25W)
- Cremas solares
 - a. Lancaster 15
 - b. Hawaiian Tropic 15
 - c. Avène 30
 - d. Vichy 30
 - e. Cien 30
 - f. Hawaiian Tropic 30
 - g. Lancaster 50
 - h. Nivea 50
- Palillos de madera pequeños
- Cable USB
- Trapo
- Plato (para depositar las cremas solares)

Variables:

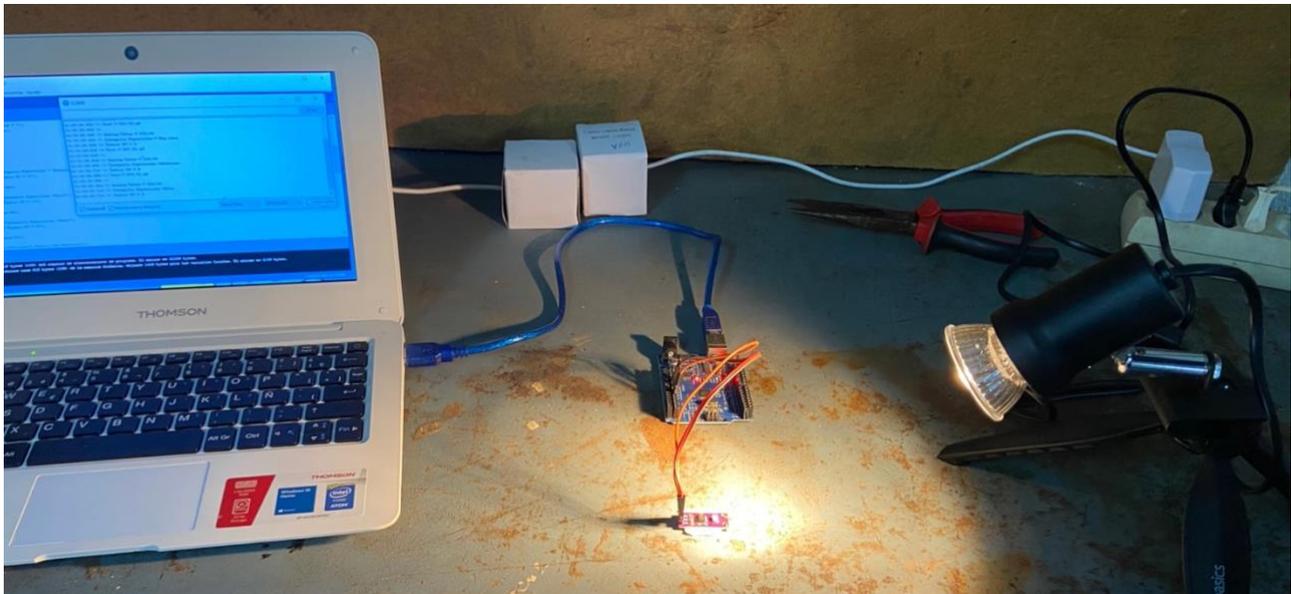
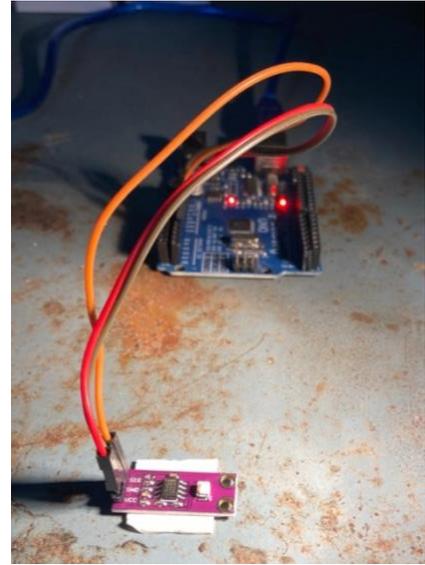
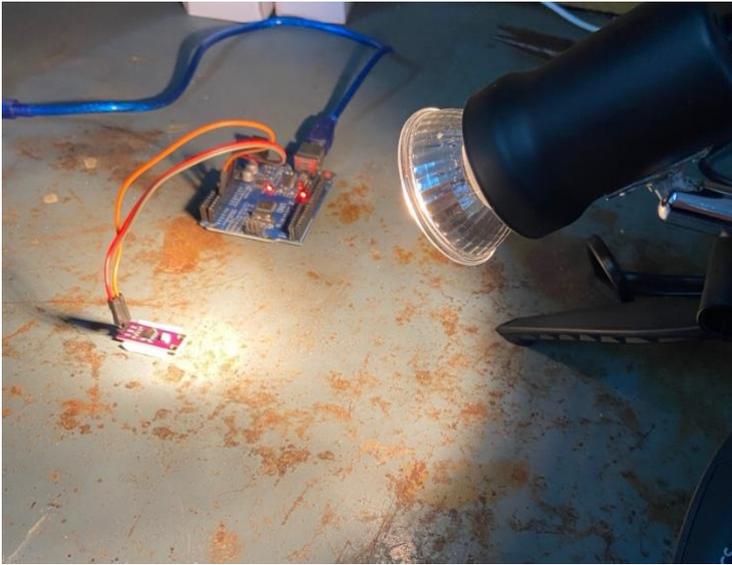
- Variable dependiente: cantidad de radiación recibida por el sensor
- Variable independiente: tiempo

Procedimiento:

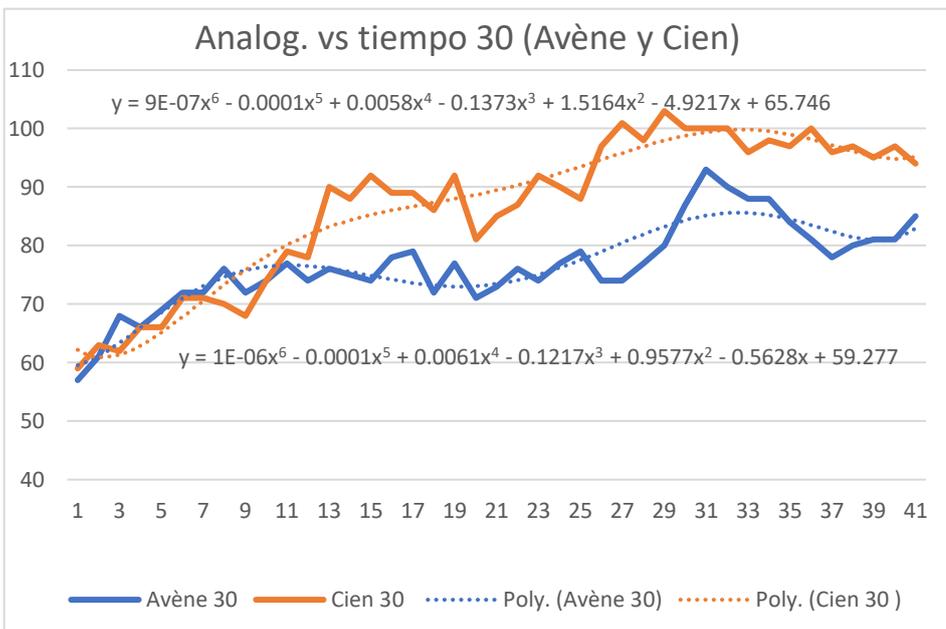
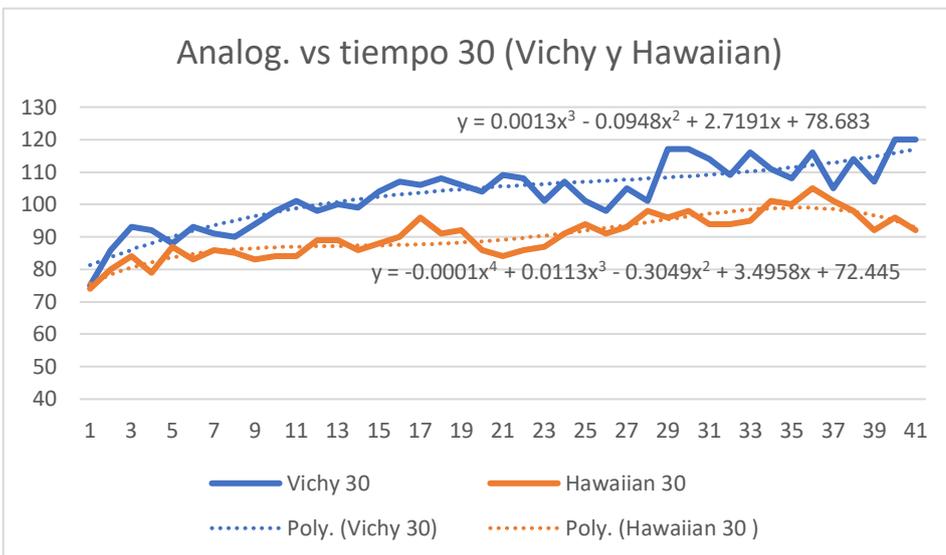
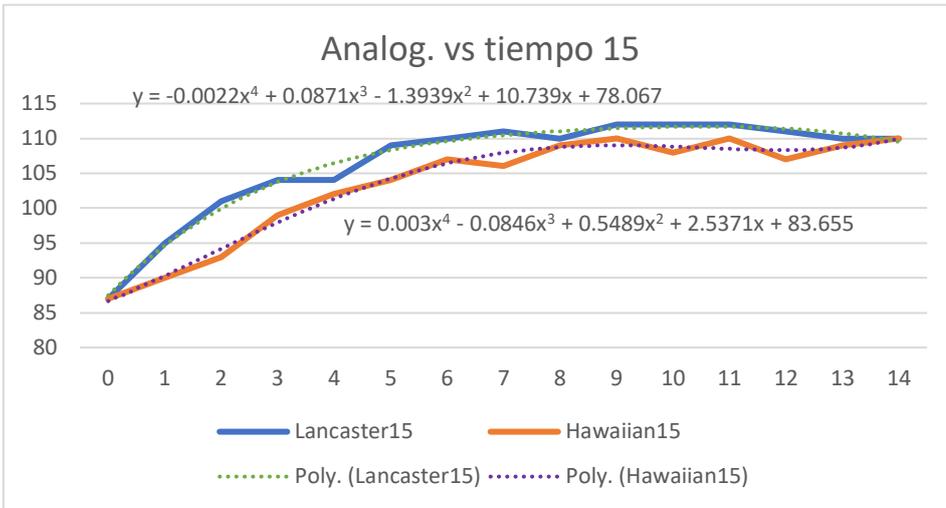
1. Instalar todos los materiales en un lugar espacioso
2. Montar el UV – Metro y conectarlo al ordenador
3. Fijar el sensor a la mesa con un trocito de cinta de doble cara
4. Poner la bombilla en la lámpara y situar la lámpara a una distancia razonable del sensor.
5. Encender la bombilla
6. Observar los resultados obtenidos en el programa
7. Moderar la distancia de la lámpara al sensor hasta que los resultados que obtengamos indiquen un riesgo de exposición moderado o alto.

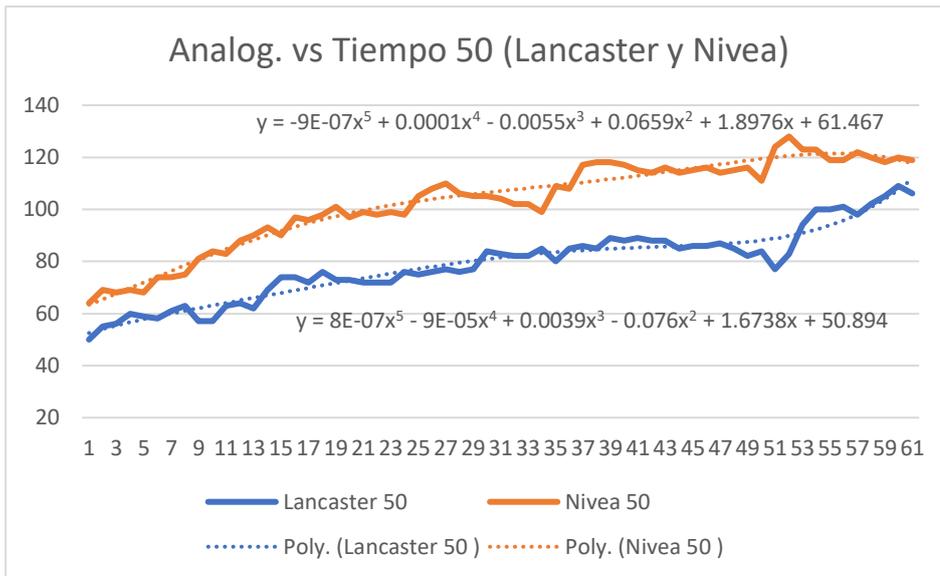
TR

8. Escoger la primera crema que se va a comprobar
9. Apuntar en un Excel el valor analógico inicial recibido por el sensor (el punto de inicio)
10. Aplicar la crema deseada con un palillo en el sensor
11. Esperar el tiempo que deseamos probar la crema (30, 50 o 60 minutos)
12. Después de este tiempo recopilar los datos y anotarlos por minutos en el Excel
13. Finalmente graficar los datos y repetir el mismo proceso con el resto de cremas (con las mismas condiciones)
14. Una vez tenemos los resultados de las cremas con el mismo FPS comparamos los gráficos y determinamos cual es más eficaz.



Recopilación de datos:





Observaciones:

A pesar de todo, a la hora de recoger los resultados y compararlos hay que tener en cuenta distintos aspectos que afectan a su veracidad. Uno de estos aspectos es, la capa de protección solar no es exactamente igual en todos los experimentos, dado que, es muy complicado aplicar exactamente la misma cantidad de crema. Otro factor es, la bombilla cuando ya lleva mucho rato encendida se sobrecalienta y puede llegar a perder su efectividad y luminosidad. Además de que, las cremas solares tienen otros ingredientes distintos entre ellas, por lo que a la hora de comprobar su efectividad estos también han podido influir.

Entonces, en el momento de hacer el experimento debemos tener estos aspectos en cuenta.

CONCLUSIONES

El estudio de la eficacia de los protectores solares dependiendo de sus FPS nos ha servido para determinar que cremas ofrecen una mejor protección. A pesar de ello, ha sido un experimento muy general, es decir, el estudio está basado en una protección para piel estándar, sin especificar ningún fototipo en especial.

Como primera comparación elegí una protección Lancaster de FPS 15 y una Hawaiian Tropic FPS 15. Escogí estas cremas basándome en una encuesta que realicé a 120 personas de distintas edades, estas dos cremas fueron unas de las más votadas de FPS 15.

La radiación emitida inicialmente, sin ningún tipo de protección era de 127 analog. Un IUV de 6. En el minuto que le deposité la crema solar, Lancaster 15, la radiación que llegaba hasta el sensor era de 87, lo que iguala a un IUV de 4. A medida que pasaban los minutos se podía observar que la eficacia disminuía dado que la radiación que llegaba hasta el sensor iba aumentando. Al cabo de 15 minutos la radiación que llegaba se estabilizó hasta 110, IUV de 5. A partir de este momento se estabilizaron los valores, lo que significa que la protección llegó a su máxima eficacia y ya no podía proteger más.

La segunda crema testada fue la Hawaiian Tropic FPS 15. Inicialmente la radiación que llegaba al sensor sin protección era de 127, IUV=6. Una vez apliqué la crema solar sobre el sensor, la

TR

radiación recibida disminuyó hasta un valor de 87. A medida que pasaba el tiempo los valores aumentaban hasta el minuto 15 que se estabilizó y en ese momento el valor llegó a los 110.

Si comparamos los resultados, los gráficos obtenidos de ambas cremas podemos observar que, ambas en un minuto 0, siendo la radiación máxima 127, solo dejan pasar una radiación de 87, por lo que, ambas desde un inicio protegen igual y llegan a estabilizarse al mismo tiempo y dejando traspasar la misma cantidad de radiación (110). A pesar de ello, a medida que pasa el tiempo podemos observar como la curva de la Lancaster 15 crece mucho más rápido que la curva de la Hawaiian Tropic 15, lo que significa que frente a una misma radiación la Lancaster pierde más rápido su eficacia. Ya que, durante un mismo periodo de tiempo la radiación que traspasa la capa de protección es mayor que no la radiación que traspasa con la protección Hawaiian Tropic. Lo que significa que entre estas dos cremas de **FPS 15 es más eficaz la Hawaiian Tropic.**

La segunda comparación es entre cremas con FPS 30, la primera Vichy 30 con Hawaiian Tropic 30.

La cantidad de radiación que llegaba al inicio sin ningún tipo de protección era de 130, lo que es lo mismo que un IUV de 6. Cuando le apliqué la protección Vichy 30, la radiación que traspasaba la capa de protección era de un valor analógico de 75, lo que significa un riesgo de exposición moderado. Mientras pasaban los minutos la protección disminuía. Podemos observar una línea de tendencia que cada vez va creciendo más y eso significa que el sensor recibe más rayos UV-A. Al cabo de 40 minutos observamos que la cantidad de radiación recibida por el sensor era igual a 120, un valor muy próximo al inicial sin ningún tipo de protección. Por lo que, la crema Vichy casi había perdido su eficacia.

En el caso de la Hawaiian Tropic el valor inicial sin protección era igual a 134, un poco más alto que en el anterior caso, a pesar de ello siguen representando un mismo riesgo. En el momento que le apliqué la crema al sensor, la cantidad de radiación recibida disminuyó a 74. Durante cada minuto los valores iban aumentando, hasta el minuto 40 cuando la radiación que pasaba la capa de crema solar era igual a 92.

Comparando ambas cremas, observamos que, iniciando casi en el mismo punto, la Hawaiian Tropic pierde su eficacia más lentamente que la Vichy. Basándonos en la gráfica, vemos como la curva de la Hawaiian Tropic siempre está por debajo de la curva de la crema Vichy y en el momento que pasan los 40 minutos la cantidad de radiación que traspasa las capas de crema es distinta entre ambas, en el caso de la crema Vichy es igual a 120 y en el caso de la crema Hawaiian es igual a 92. Esto demuestra que bajo estas condiciones **la Hawaiian Tropic FPS 30 es mejor que la Vichy 30.**

La tercera comparación es entre la crema Avène de FPS 30 y la Cien de FPS 30. En el caso del experimento con la crema Avène la radiación inicial sin haber empleado la crema era igual a 127, mientras que en el caso de la protección Cien, inicialmente la radiación recibida era de 134. Son valores distintos pero comparables dado que se encuentran en el mismo rango.

En el minuto uno de la crema Avène la radiación recibida por parte del sensor, es decir, que pasaba a través de la capa de crema solar, era igual a 57. Observamos que, al cabo del tiempo, la radiación que pasaba la capa de crema también aumentaba, hasta que pasaron 40 minutos, donde el valor era igual a 85, vemos como en este caso, al cabo de 40 minutos la eficacia de la protección solar no había llegado a su máximo, ya que inicialmente la radiación era igual a 127, lo que significa que había una diferencia.

En el caso de la protección Cien, en el minuto uno la cantidad de rayos UV-A que llegaban al sensor era de 59. Los valores aumentaban a la vez que el tiempo pasaba, al cabo de 40 minutos la radiación que llegaba paso a ser igual a 94, no había llegado a la cantidad inicial pero ya se había estabilizado.

Entonces, comparando ambas cremas, que en un inicio dejaban pasar prácticamente la misma radiación, al cabo de 40 minutos podemos observar en el gráfico anterior como la protección

TR

Avène no deja traspasar la misma cantidad de radiación que deja traspasar la protección Cien. Lo que significa que bajo las mismas condiciones **la protección Avène protege y tiene mejor eficacia que la protección Cien**, hablando de **FPS 30**.

La última comparación es entre una protección Lancaster con FPS 50 y una protección Nivea FPS 50. Inicialmente la radiación que llegaba al sensor sin ninguna protección era igual a, en el caso de la Lancaster 128 y en el caso de la Nivea 130, lo que significa un riesgo de exposición alto.

En el minuto que le deposité la crema solar, Lancaster 50, la radiación que llegaba hasta el sensor era de 50, lo que iguala a un IUV de 2. A medida que pasaban los minutos, se podía observar que la eficacia disminuía, dado que la radiación que llegaba hasta el sensor iba aumentando. Al cabo de 60 minutos, la radiación era igual a 106, IUV de 5. A partir de este momento se estabilizaron los valores, lo que significa que la protección llegó a su máxima eficacia.

La segunda crema probada es la Nivea FPS 50. Una vez apliqué la crema solar sobre el sensor, la radiación recibida disminuyó hasta un valor de 64. A medida que pasaba el tiempo los valores aumentaban hasta el minuto 60 que se estabilizó, en ese momento el valor llegó a los 119.

Si comparamos el gráfico obtenido con ambas cremas, podemos observar que las dos en el minuto 1 siendo la radiación máxima 128-130 solo dejan pasar una radiación de 50 (Lancaster) y 64 (Nivea), por lo que ambas desde un inicio protegen bastante igual. A pesar de ello, en el momento que pasan 60 minutos, podemos comprobar que la Lancaster tan solo llega a un valor de 106, mientras que la Nivea llega a un valor de 119, lo que implica que haya una pequeña diferencia en cuanto a eficacia entre ellas. Además, podemos observar como la curva de la Lancaster 50 crece mucho más despacio que la curva de la Nivea 50, lo que significa que frente a una misma radiación la Nivea pierde más rápido su eficacia.

Entonces, entre estas dos cremas de **FPS 50** es **más eficaz la Lancaster**.

Basándonos en todos estos resultados, podemos afirmar que no todas las protecciones con un mismo FPS ofrecen la misma protección y eficacia.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha desarrollado bajo la supervisión del profesor de química, a quien me gustaría agradecerle la ayuda, los consejos y el apoyo que me ha ofrecido durante todos estos meses para hacer este trabajo posible. Asimismo, quiero reconocer que me ha facilitado mucha información, datos y observaciones que sin ellas no hubiera sido capaz de llevar a cabo el trabajo con tanta facilidad.

Además, me gustaría dar las gracias plenamente a un amigo de la familia, por su tiempo y dedicación que ha mostrado ante este trabajo. Él me ha ayudado a diseñar el experimento, a crear el programa de Arduino y sobretodo a encontrar mejoras para mi trabajo. También me ha enseñado como funciona una placa Arduino, un sensor, un programa Arduino y como crear un programa basado en códigos básicos. Probablemente, sin su colaboración, el experimento y el estudio no se habrían realizado tan exitosamente.

ANEXOS

Anexo I. EXCEL CON LOS DATOS DE LAS CREMAS UTILIZADAS

Lancaster	15	30	30	30	30	30	50		
Tiempo	Lancaster15	Hawaiian15	Avenue 30	Vichy 30	Cien 30	Hawaiian 30	Lancaster 50	Nivea 50	
0	87	87	57	75	59	74	50	64	
1	95	90	61	86	63	80	55	69	
2	101	93	68	93	62	84	56	68	
3	104	99	66	92	66	79	60	69	
4	104	102	69	88	66	87	59	68	
5	109	104	72	93	71	83	58	74	
6	110	107	72	91	71	86	61	74	
7	111	106	76	90	70	85	63	75	
8	110	109	72	94	68	83	57	81	
9	112	110	74	98	74	84	57	84	
10	112	108	77	101	79	84	63	83	
11	112	110	74	98	78	89	64	88	
12	111	107	76	100	90	89	62	90	
13	110	109	75	99	88	86	69	93	
14	110	110	74	104	92	88	74	90	
15			78	107	89	90	74	97	
16			79	106	89	96	72	96	
17			72	108	86	91	76	98	
18			77	106	92	92	73	101	
19			71	104	81	86	73	97	
20			73	109	85	84	72	99	
21			76	108	87	86	72	98	
22			74	101	92	87	72	99	
23			77	107	90	91	76	98	
24			79	101	88	94	75	105	
25			74	98	97	91	76	108	
26			74	105	101	93	77	110	
27			77	101	98	98	76	106	
28			80	117	103	96	77	105	
29			87	117	100	98	84	105	
30			93	114	100	94	83	104	
31			90	109	100	94	82	102	
32			88	116	96	95	82	102	
33			88	111	98	101	85	99	
34			84	108	97	100	80	109	
35			81	116	100	105	85	108	
36			78	105	96	101	86	117	
37			80	114	97	98	85	118	
38			81	107	95	92	89	118	
39			81	120	97	96	88	117	
40			85	120	94	93	89	115	
41							88	114	
42							88	116	
43							85	114	
44							86	115	
45							86	116	
46							87	114	
47							85	115	
48							82	116	
49							84	111	
50							77	124	
51							83	128	
52							94	123	
53							100	123	
54							100	119	
55							101	119	
56							98	122	
57							102	120	
58							105	118	
59							109	120	
60							106	119	

Anexo II. PROGRAMA DE ARDUINO

```

// ESTUDIO PROTECCIÓN RAYOS UVA-UVB //
// Copyright. //

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(13, OUTPUT);
  pinMode(12, OUTPUT);
  pinMode(11, OUTPUT);
}

void loop() {
  float sensorVoltage;
  float sensorValue;
  sensorValue = analogRead(A0);
  sensorVoltage = sensorValue/1024*5;
  Serial.print("Vout = ");
  Serial.print(sensorVoltage*1000);
  Serial.println(" mV");
  Serial.println("");
  Serial.print("Analog Value = ");
  Serial.print(sensorValue);
  Serial.println("");

  int indice;

  if(sensorValue<10){
    indice=0;
    Serial.println("Categoria Exposición = Ninguno");
    Serial.println("Índice UV = 0");
  }
  else if(sensorValue<46){
    indice=1;
    Serial.println("Categoria Exposición =Bajo");
    Serial.println("Índice UV = 1");
  }
  else if(sensorValue<65){
    indice=2;
    Serial.println("Categoria Exposición =Bajo");
    Serial.println("Índice UV = 2");
  }
  else if(sensorValue<83){
    indice=3;
    Serial.println("Categoria Exposición =Moderado");
    Serial.println("Índice UV = 3");
  }
  else if(sensorValue<103){
    indice=4;
    Serial.println("Categoria Exposición =Moderado");
    Serial.println("Índice UV = 4");
  }
  else if(sensorValue<124){
    indice=5;
    Serial.println("Categoria Exposición =Moderado");
    Serial.println("Índice UV = 5");
  }
  else if(sensorValue<142){
    indice=6;
    Serial.println("Categoria Exposición =Alto");
    Serial.println("Índice UV = 6");
  }
  else if(sensorValue<162){
    indice=7;
    Serial.println("Categoria Exposición =Alto");
    Serial.println("Índice UV = 7");
  }
  else if(sensorValue<180){
    indice=8;
    Serial.println("Categoria Exposición = Muy alto");
    Serial.println("Índice UV = 8");
  }
  else if(sensorValue<200){
    indice=9;
    Serial.println("Categoria Exposición = Muy alto");
    Serial.println("Índice UV = 9");
  }
  else if(sensorValue<221){
    indice=10;
    Serial.println("Categoria Exposición = Muy alto");
    Serial.println("Índice UV = 10");
  }
  else{
    indice=11;
    Serial.println("Categoria Exposición = Extremadamente Alto");
    Serial.println("Índice UV = 11");
  }

  delay(60000);
  digitalWrite(13, HIGH);
  digitalWrite(12, HIGH);
  digitalWrite(11, HIGH);
}

```

Anexo III. CREMAS UTILIZADAS





Anexo IV. MATERIALES UTILIZADOS

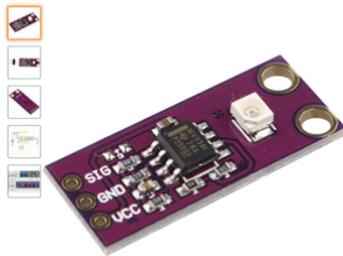
para mascotas > Reptiles y anfibios > Iluminación del hábitat > Focos



Zacro Lámpara para Tortuga, 360° Rotación Lámpara de Calor Reptil Anfibioss Lámpara de Cristal de Tortuga UVA (25W) UVB (50W), para Tortuga, Lagartos, Camaleones ect (para ≤1mm contenedor de Vidrio)

Marca: Zacro
 ★★★★★ 95 valoraciones
 Precio: 20,99€ (20,99€ / unidad) y Devoluciones GRATIS
 Precio final del producto
 Ahorra para hacer tus futuras compras con Amazon Recargas. Ver más
 Vataje 25 vatios
 Color de la luz Ultra Violet
 Marca Zacro
 Estilo Moderno
 Vatios de fuente de luz 50 Vatios
 Material Plástico

Industria, empresas y ciencia > Eléctrica industrial > Sensores > Sensores ópticos



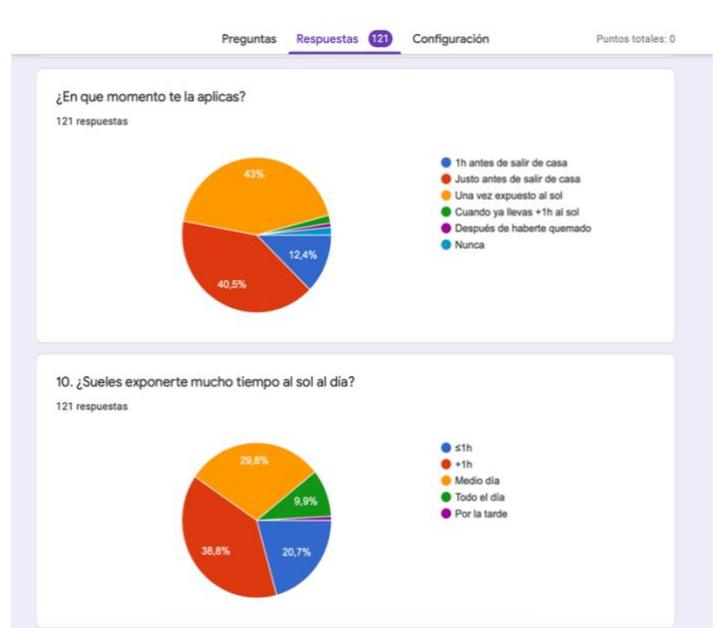
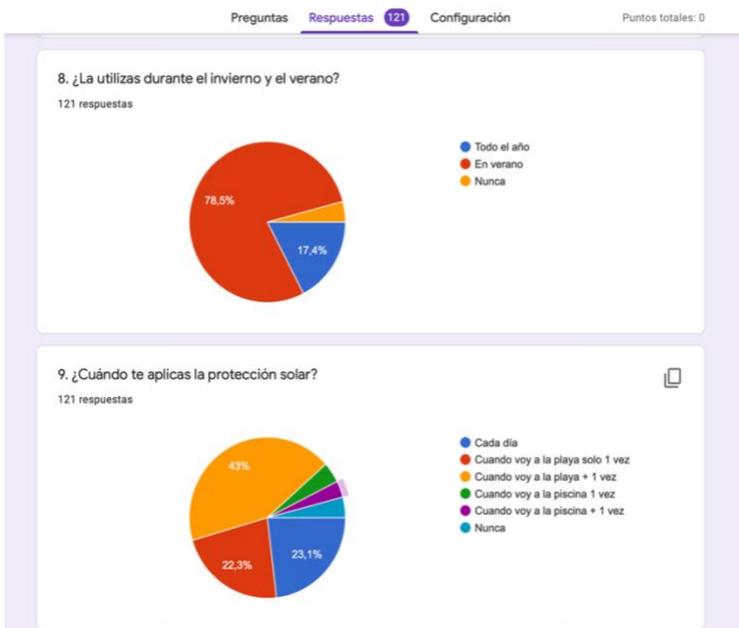
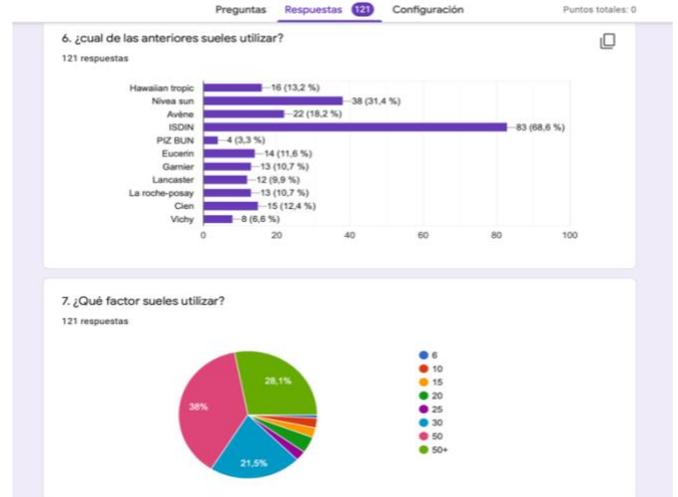
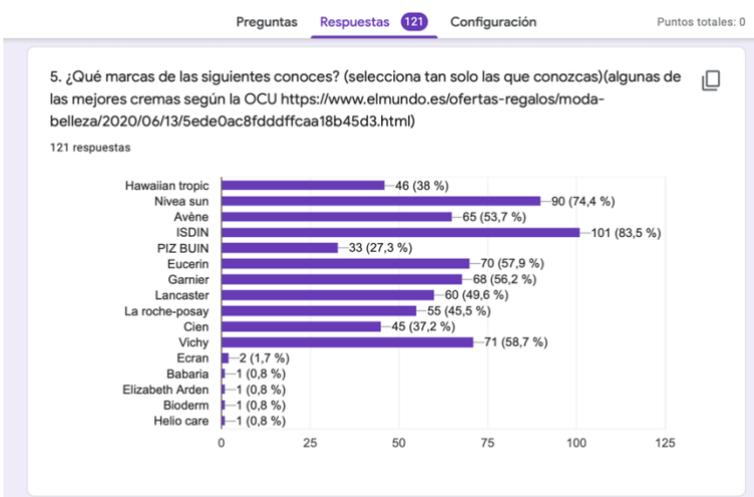
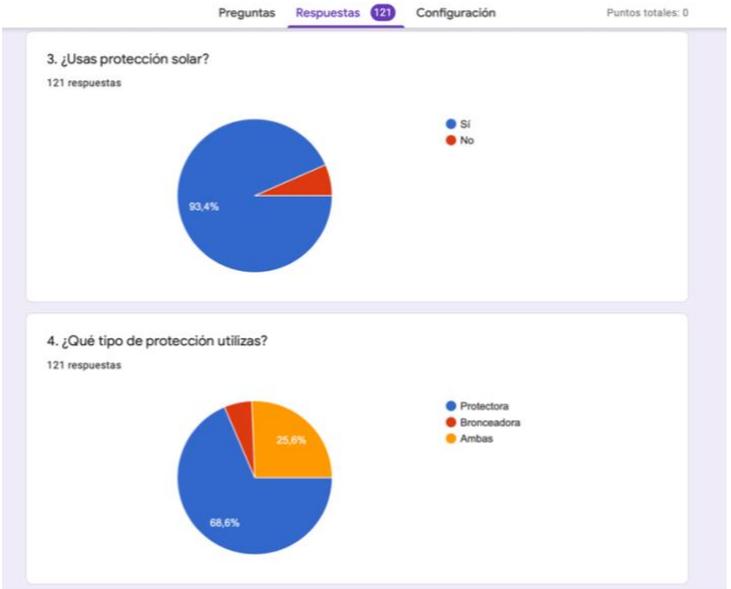
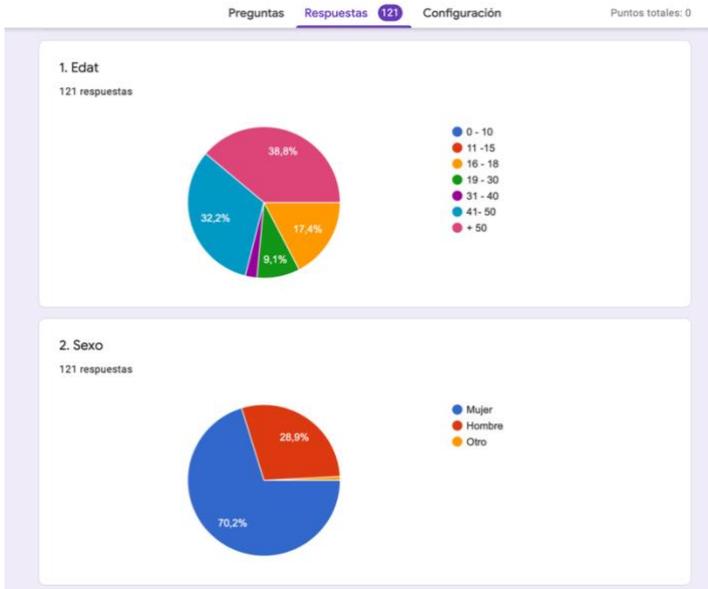
HALJIA Guva-S125d - Sensor de luz Solar (240 Nm-370 NM), Sensor de detección UV, Sensor de luz, Compatible con Arduino

Marca: HALJIA
 ★★★★★ 7 valoraciones
 Precio: 12,99€ y Devoluciones GRATIS
 Precio final del producto
 Déjales elegir su regalo: Descubre los Cheques Regalo Amazon.es. Ver más
 • Sensor de Detección de UV Tamaño: 11 mm x 27 mm
 • Bajo consumo de energía, voltaje de la fuente de alimentación es de 2,5 V ~ 5 V
 • El módulo de sensor de luz es bueno lineal.
 • Intensidad de la luz solar es de alta sensibilidad
 • Sensor UV de alta estabilidad.



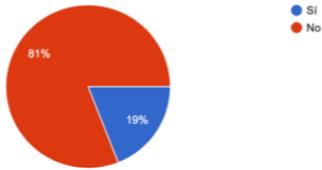
AZDelivery Microcontrolador ATmega328P Tarjeta Placa de Desarrollo con Cable USB con E-Book Incluido!

Anexo V. ENCUESTA SOBRE QUE PROTECCIÓN SOLAR ES MÁS UTILIZADA ENTRE LAS PERSONAS



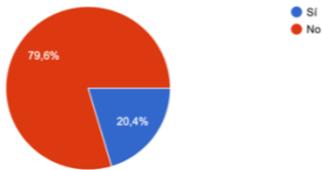
11. ¿Has tenido o tienes algún problema de salud relacionado con la piel?

121 respuestas



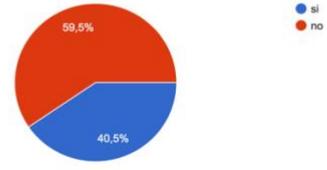
12. Si es así, ¿era en relación a la radiación UV/ rayos solares?

54 respuestas



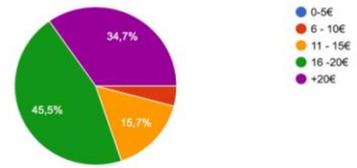
13. El precio de las protecciones ¿te influye a la hora de comprarlos?

121 respuestas



14. ¿A qué precio sueles comprar los protectores solar?

121 respuestas



BIBLIOGRAFÍA

Información:

- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (s. f.). *RADIACIÓN SOLAR IDEAM*. radiación solar. Recuperado 3 de junio de 2021, de: <http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/radiacion-solar-ultravioleta>
- S. (2020, 9 marzo). *¿Qué significa el número en la protección solar?* %. Salunatur, tu blog de parafarmacia. <https://salunatur.com/blog/que-significa-el-numero-en-la-proteccion-solar/>
- OCU. (2021, 26 mayo). *Así analizamos los protectores solares*. www.ocu.org. <https://www.ocu.org/salud/cuidado-piel/asi-analizamos/protectores-solares>
- España, Z. S. (2020, 1 septiembre). *Qué significa SPF y otras dudas sobre tu protector solar*. ZS España. <https://www.zschimmer-schwarz.es/noticias/que-significa-spf-y-otras-dudas-sobre-tu-protector-solar/>
- Agencia Estatal de Meteorología. (s.f). *La Radiación Solar*. De Gobierno de España. http://www.aemet.es/documentos/es/eltiempo/observacion/radiacion/Radiacion_Solar.pdf
- Consejo de Seguridad Nuclear. (s.f). *Fusión Nuclear*. <https://www.csn.es/fusion-nuclear>
- Laboratorios Eycó. (2019, 11 junio). *La medida del factor de protección en cremas solares*. <https://www.laboratorioeyco.com>
- Center for Food Safety and Applied Nutrition. (2020, 24 agosto). *Cosmetic Tanning Products*. U.S. Food and Drug Administration. <https://www.fda.gov/cosmetics/cosmetic-products/cosmetic-tanning-products>
- OCU. (2021, 26 mayo). *Cómo elegir el mejor protector solar*. www.ocu.org. <https://www.ocu.org/salud/cuidado-piel/guia-compra/analisis-cremas-solares>
- E. (2018, 30 agosto). *Esto es lo que le ocurre a la piel cuando se expone al sol*. *Información*. <https://www.informacion.es/vida-yestilo/salud/expertos/2018/08/30/le-ocurre-piel-expone-sol-5695307.html>
- Alcalde, T. M. (2008, 1 julio). *Glosario de protección solar. Sustancias y términos más comunes*. Offarm, Elsevier. <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-glosario-proteccion-solar-sustancias-terminos-13124839>
- Gándara, A. (2021, 15 junio). *Protector solar físico vs. protector solar químico: ¿cuál es el mejor?* Vogue España. <https://www.vogue.es/belleza/articulos/protector-solar-fisico-mineral-quimico-cual-es-mejor>
- Marín, D. (2005, 1 octubre). *Filtros solares. Características, tipos y requerimientos* / Offarm. Elsevier. <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-filtros-solares-caracteristicas-tipos-requerimientos-13079607>
- Alemana, C. C. (2021, 5 mayo). *Factor solar: lo que hay que saber para su correcto uso*. Clínica Alemana. <https://www.clinicaalemana.cl/articulos/detalle/2019/factor-solar-lo-que-hay-que-saber-para-su-correcto-uso>
- International Cosmetic. (2020, 27 junio). *Antioxidantes, La Pantalla Solar Que Tu Piel Necesita*. <https://www.international-cosmetic.com/ingredientes/antioxidantes-la-pantalla-solar-que-tu-piel-necesita/>
- C. (2019, 12 noviembre). *Protector Solar: Acerca del Protector Solar*. La Fundación de Cáncer de Piel. <https://cancerdepiel.org/prevencion/proteccion-solar/protector-solar-acerca-del-protector-solar>
- Heras, L. (2018, 11 agosto). *Cremas para el sol seguras: Como elegir fotoprotectores solares no tóxicos y respetuosos con el medio ambiente*. Medicina de familia en la Red. <https://www.drlopezheras.com/2014/07/cremas-para-el-sol-seguras-como-elegir.html>
- de Día, B. (2019, 2 julio). *Protectores solares, ¿qué tipos existen?* Blog de DIA. <https://blog.dia.es/tipos-protectores-solares/>

- R. (2018b, julio 15). *Filtros solares: físicos y químicos | Conceptos básicos*. Ciencia y cosmética.
<https://cienciaycosmetica.com/2018/07/05/filtros-solares-fisicos-vs-quimicos-conceptos-basicos/>
- Romanowski, P. (2020, 7 agosto). *Cosmetic formulation basics - Sunscreens*. Chemists Corner.
<https://chemistscorner.com/cosmetic-formulation-basics-sunscreens/>
- ESERO (European Space Education Resource Office) Spain. (s. f.). *Longitud de Onda y Frecuencia | Decodifica Imágenes enviadas desde la ISS*. esero.
<http://esero.es/practicas-en-abierto/decodifica-imagenes-iss/longitud-de-onda-y-frecuencia.html>
- Eucerin. (s. f.). *Eucerin: Acerca de la piel | Sol y piel: aprenda cómo la luz solar puede afectar a la piel*. <https://www.eucerin.es/acerca-de-la-piel/conocimientos-basicos-sobre-la-piel/sol-y-piel>
- In Beauty. (2019, 24 mayo). *Conoce cómo afectan a la piel la radiación UV y UVA*. Montibello.
<https://www.montibello.com/esp/in-beauty/como-afecta-a-la-piel-la-radiacion-uv-y-uva>
- *Seguridad ante el sol del verano*. (2021, 28 junio). Centers for Disease Control and Prevention. <https://www.cdc.gov/spanish/nceh/especiales/radiacionuv/index.html>
- Infosalus. (2019, 23 agosto). *Este es el mecanismo por el que la radiación ultravioleta daña la piel*. Infosalus.
<https://www.infosalus.com/estetica/noticia-mecanismo-radiacion-ultravioleta-dana-piel-20190823172221.html>
- Jover, A. (2021, 4 septiembre). *Salvar la capa de ozono ha reducido también el calentamiento global*. El País.
<https://elpais.com/ciencia/2021-09-04/salvar-la-capa-de-ozono-ha-reducido-tambien-el-calentamiento-global.html>
- Saturada, E. (2021, 26 julio). *Los peligros para la salud de tomar el sol*. ELMUNDO.
<https://www.elmundo.es/ciencia-y-salud/salud/2021/07/25/60fad9af21efa0f3788b4678.html>
- Meteorología, A. E. (s. f.). *El Tiempo. Radiación y ozono - Radiación*. Agencia Estatal de Meteorología - AEMET. Gobierno de España.
<http://www.aemet.es/es/eltiempo/observacion/radiacion/radiacion?datos=mapa>
- *Los 6 fototipos de piel*. (2021, 30 junio). Centros Ideal.
<https://www.centrosideal.com/blog/6-fototipos-de-piel/>
- A. (2021, 28 septiembre). *Descubre los fototipos de piel y sus características*.
<https://grupostop.com/fototipos-de-piel-y-caracteristicas/>
- Salud, M. (2021, 13 septiembre). *Protección solar y fototipo |*. Página de Salud Pública del Ayuntamiento de Madrid. <https://madridsalud.es/proteccion-solar-y-fototipo/>
- World Health Organization. (2017, 16 octubre). *Radiation: The ultraviolet (UV) index*. WHO.
[https://www.who.int/news-room/questions-and-answers/item/radiation-the-ultraviolet-\(uv\)-index](https://www.who.int/news-room/questions-and-answers/item/radiation-the-ultraviolet-(uv)-index)
- Dermatologica, C. (2019, 20 noviembre). *¿Conoces el fototipo de tu piel? Te explicamos cómo saberlo*. Clínica Dermatológica Dr. Enrique Herrera.
<https://clinicaherrera.es/sabes-cual-es-el-fototipo-de-tu-piel/>
- Soler Vila, M. (2020). *¿Cómo se protegía la gente de los rayos del sol en la antigüedad?* Quora.
<https://es.quora.com/Cómo-se-proteg%C3%ADa-la-gente-de-los-rayos-del-sol-en-la-antigüedad>
- *La historia del Protector Solar*. (2020, 13 noviembre). Envera.
<https://envera.mx/blogs/blog-envera/la-historia-del-protector-solar>
- Garnier. (2021, 28 junio). *¿Para qué sirve el after sun? Así debes usarlo | Blog Garnier*.
<https://www.garnier.es/consejos-belleza/proteccion-solar/para-que-sirve-after-sun>
- Grediaga, A. (2016, 18 abril). *Access denied | www.pharmacius.com used Cloudflare to restrict access*. Pharmacius.
<https://www.pharmacius.com/blog/cosmetica-belleza/por-que-es-tan-importante-utilizar-after-sun/>

Imágenes:

- Imagen1: *Longitud de ondas electromagnéticas*. (s. f.). [Dibujo]. AREATECNOLOGIA. <https://www.areatecnologia.com/ondas-electromagneticas.htm>
- Imagen 2: Díaz, D. L. (2006). *ondas electromagnéticas ionizantes/no ionizantes* [Ilustración]. SERVICIO DE INFORMACIÓN SOBRE SENSIBILIDAD QUÍMICA. <https://www.sensibilidadquimicamultiple.org/2013/08/cem-radiaciones-no-ionizantes-y-salud.html>
- Imagen 3: F, M. (s. f.). *Ecuación de Planck* [Gráfico]. Física Cuántica. <https://www.blendspace.com/lessons/s88YDJNC86vR0g/copy-of-fisica-cuantica>
- Imagen 4: UNEP-GRID-Arendal. (2010). *Radiación absorbida y emitida por la tierra* [Ilustración]. Observatorio de salud y cambio climático. http://www.oscc.gob.es/es/general/salud_cambio_climatico/cambio_climatico_es.htm
- Imagen 5: El País. (2009, 15 enero). *Espectro electromagnético* [Gráfico]. El País. https://elpais.com/sociedad/2009/01/15/actualidad/1231974010_850215.html
- Imagen 6: Vieto, J. (2019, 1 diciembre). *Longitud de rayos ultravioletas* [Gráfico]. Hidroteco. <http://www.hidrotecocr.com/uso-lamparas-luz-ultravioleta-uv-tratamiento-agua/>
- Imagen 7: Sánchez, M. (2020, 20 julio). *Radiaciones solares UV-A, UV-B y UV-C* [Ilustración]. Cuídate. <https://cuidateplus.marca.com/belleza-y-piel/cuidados-cuerpo/2020/07/17/consulta-indice-radiacion-ultravioleta-salir-casa-173938.html>
- Imagen 8: Traseira, C. (s. f.). *Capas de la epidermis* [Ilustración]. Medicina y cirugía estética. <https://www.medicinaestetica-traseira.es/hidratacion-fisiologica-de-la-piel/>
- Imagen 9: Marín, D., & Pozo, A. (2004). *Localización melanocitos en la epidermis* [Ilustración]. Elsevier. <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-pigmentacion-piel-i-melaninas-conceptos-13070745>
- Imagen 10: *Factores influyentes en la cantidad de luz UV que penetra en nuestra piel*. (s. f.). [Fotografía]. GENERALIDADES DE LA RADIACIÓN ULTRAVIOLETA. <http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/generalidades-de-la-radiacion-ultravioleta>
- Imagen 11: *ERITEMA SOLAR*. (2020, 8 enero). [FOTOGRAFIA]. Cómo tratar el eritema solar. <https://www.mundodeportivo.com/uncomo/belleza/articulo/como-tratar-eritema-solar>
- Imagen 12: Luján, E. (s. f.). *Enrojecimientos en la piel causados por la radiación ultravioleta* [Fotografía]. vix. <https://www.vix.com/es/salud/230639/tu-cara-se-pone-roja-con-facilidad-puede-ser-sintoma-de-una-enfermedad-que-debes-tratar>
- Imagen 13: *Daños en la piel causados Rayos ultravioleta*. (2013, 14 febrero). [Fotografía]. Rayos ultravioleta pueden causar graves daños a la piel. <https://aironnelson.wordpress.com/2013/02/14/rayos-ultravioleta-pueden-causar-graves-danos-a-la-piel/>
- Imagen 14: Aguilar Argüello, A. A. (2019, 1 noviembre). *Envejecimiento cutáneo* [Fotografía]. Revisión el exposoma, entendiendo el envejecimiento cutáneo. <https://www.cronicascientificas.com/index.php/ediciones/edicion-xiv-enero-abril-%20%202020/26-ediciones/261-entendiendo-el-envejecimiento-cutaneo>
- Imagen 15: *La radiación UVB y UVA penetra en la piel. Anatomía detallada piel*. (s. f.). [Fotografía]. La radiación UVB y UVA penetra en la piel. Anatomía detallada piel. 16 Moritz Jaaz, M. J. (2021, 19 diciembre). *Vitamina D* [Fotografía]. Vitamina del sol. <https://www.cerascreeen.es/blogs/news/vitamina-d>
- Imagen 16: Jaax, M. (2021, 19 diciembre). *Partes del cuerpo en las que afecta la vitamina D* [Ilustración]. cerascreen. <https://www.cerascreeen.es/blogs/news/vitamina-d>
- Imagen 17: *¿POR QUÉ BRONCEARSE ?* (2012, 4 julio). [Fotografía]. El sitio de Concha. <https://elsitiodeconcha.wordpress.com/2012/07/04/por-que-broncearse/>
- Imagen 18: NASA. (2021, 4 septiembre). *Comparación de cantidades de ozono con el Protocolo de Montreal y sin él*. [Fotografía]. El País. <https://elpais.com/ciencia/2021-09-04/salvar-la-capa-de-ozono-ha-reducido-tambien-el-calentamiento-global.html>

- Imagen 19: ¿Cómo se mide la exposición a la Radiación Ultravioleta? (s. f.). [Fotografía]. Medición la exposición a la Radiación Ultravioleta <https://www.insst.es/-/como-se-mide-la-exposicion-a-la-radiacion-ultravioleta-1>
- Imagen 20: Índice de Radiación Ultravioleta (UVI). (s. f.). [FOTOGRAFIA]. Índice de Radiación Ultravioleta (UVI). https://meteoglosario.aemet.es/es/termino/356_indice-de-radiacion-ultravioleta-uvi
- Imagen 21: Gallego, S. (2019, 15 julio). *Tabla representativa del FPS y tiempo de exposición sin protección dependiendo del IUV y Fototipo* [Tabla]. Ko-fi. <https://ko-fi.com/post/FACTOR-DE-PROTECCIÓN-SOLAR---DOSIS-ERITEMATÓGENA-M-T6T0Z7Q5>
- Imagen 22: AEMET. (2021). *Comparación índice UV de Barcelona y Madrid* [Gráfico]. Radiación y ozono. <http://www.aemet.es/es/eltiempo/observacion/radiacion/radiacion?datos=mapa>
- Imagen 23: *Representación vestimenta para el sol antigua Grecia*. (s. f.). [Fotografía]. La cultiva. <http://lacultiva.blogspot.com/2012/05/el-origen-del-sombrero.html>
- Imagen 24: Fragassi, S. (2014, 22 julio). *Red Vet Pet* [Ilustración]. Beautylish. <https://www.beautylish.com/a/vxnzq/history-of-spf>
- Imagen 25: Albanatur. (s. f.). *Imagen 25: diferencia entre filtros químicos y físicos* [Ilustración]. Albanatur. https://www.albanatur.com/blog/100_Cómo-elegir-la-crema-solar.html
- Imagen 26: R. (s. f.). *Funcionamiento de filtros físicos* [Ilustración]. Ciencia y cosmetica. <https://cienciaycosmetica.com/2018/07/05/filtros-solares-fisicos-vs-quimicos-conceptos-basicos/>
- Imagen 27: Clínica las condes. (2018, 19 abril). *Demostración irritaciones y dermatitis por contacto* [Fotografía]. Clínica las condes. <https://www.clinicalascondes.cl/BLOG/Listado/Dermatologia/dermatitis-contacto-atencion-frecuencia>
- Imagen 28: Amazon. (s. f.). *Componentes principales After Sun* [Fotografía]. Amazon. <https://www.amazon.es/Glicerina-vegetal-USP-Ph-Eur-Certificada/dp/B01N7T4P0T>
- Imagen 29: Nivea. (s. f.). *Tipos de after sun* [Fotografía]. Nivea. <https://www.nivea.es/productos/after-sun-locion-hidratante-200-40059001938030244.html>
- Imagen 30: Nivea. (s. f.-a). *Operación para calcular tiempo de exposición dependiendo del FPS y Fototipo* [Ilustración]. Nivea. <https://www.nivea.es/consejos/proteccion-solar/factor-de-proteccion-solar>
- Imagen 31: Dedíos, M. (2017). *Tabla de datos representando el tiempo máximo de exposición dependiendo del IUV y fototipo recomendados* [Tabla]. Rev. Colombia. Enfermería.
- Imagen 32: Presas, J. M. (2018, 28 junio). *Imagen 32: distintos tipos de texturas existentes* [Fotografía]. Fuera de serie. <https://www.expansion.com/fueradeserie/cuerpo/2018/06/28/5b30cb70268e3ee0278b4638.html>
- Imagen 33: R. (s. f.). *Funcionamiento de filtros físicos* [Ilustración]. Ciencia y cosmetica. <https://cienciaycosmetica.com/2018/07/05/filtros-solares-fisicos-vs-quimicos-conceptos-basicos/>
- Imagen 34: Your cosmetic lab. (2020, 11 diciembre). *Ingredientes hidratantes* [Ilustración]. your cosmetic lab. <https://fi.pinterest.com/amp/pin/631207704020875497/>

TR