

**INDICAR NOMBRE DE LA ASIGNATURA** EFECTOS BENEFICIOSOS Y ADVERSOS DE LAS RADIACIONES ULTRAVIOLETA: FOTOPROTECCIÓN (M91.56.1.8)

CURSO 2019-2020 (Fecha de última actualización: 20/05/2019)

MÓDULO	MATERIA	ASIGNATURA	CURS O	SEMESTR E	CRÉDITOS	CARÁCTER
<b>PROFESOR(ES)</b> M <sup>a</sup> Isabel Martínez Puentedura(A) M <sup>a</sup> Encarnación Morales Hernández (B)			<b>DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS (Dirección postal, teléfono, correo electrónico, etc.)</b> Departamento de Físicoquímica. Facultad de Farmacia y Farmacia y Tecnología Farmacéutica.. Campus Universitario de Cartuja. 18071-Granada.  A) <a href="mailto:martinez@ugr.es">martinez@ugr.es</a> 958243824 B) <a href="mailto:maen@ugr.es">maen@ugr.es</a> 958 243 905			
Campus Universitario de Cartuja. Facultad de Farmacia. Departamentos de Físicoquímica y Farmacia y Tecnología Farmacéutica.			<b>HORARIO DE TUTORÍAS</b>			
			A)- Martínez Puentedura, M.I: Dpto. Físicoquímica, 2 <sup>a</sup> planta, Facultad de Farmacia. Despacho nº 193 Primer cuatrimestre: lunes, miércoles y viernes de 09:30 -10:30 h y de 12:30 -13:30 h. Segundo cuatrimestre -martes y jueves, de 10,30 -13,30. B) Dpto. Farmacia y Tecnología , Morales Hernández, M <sup>a</sup> E.: lunes miércoles y viernes 10.30-12.30 h,			
<b>MÁSTER EN EL QUE SE IMPARTE</b>			<b>OTROS MÁSTERES A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR</b>			
MÁSTER UNIVERSITARIO EN INVESTIGACIÓN, DESARROLLO, CONTROL E INNOVACIÓN DE MEDICAMENTOS						
<b>PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede)</b> Los mismos que en el resto de las asignaturas del Master.						



**ugr** | Universidad  
de Granada

## BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL MÁSTER)

Radiación solar. Energía. Procesos de absorción y dispersión. Espectros de acción. Dosis biológica efectiva. Irradiancia biológicamente efectiva. Fototipos. Dosis Eritemática Mínima, (MED). Dosis Estándar de Eritema (SED), Índice UV (IUV). Efectos a nivel molecular. Daño debido a la formación de radicales libres. Mecanismos generales de formación de radicales libres de oxígeno y de nitrógeno. Daño oxidativo en el ADN, en péptidos y proteínas y en lípidos. Daños directos: Fotoproductos del ADN, de Proteínas y de Lípidos. Mecanismos de Reparación Genéticos y Antioxidantes. Fotosensibilización. Mecanismos de fotosensibilización. Reacciones tipo I. Reacciones tipo II. Sustancias Fotosensibilizantes. Relación Fotosensibilidad-Estructura química. Fotodermatitis. Fototoxía. Fotoalergia. Terapia Fotodinámica. Mecanismo de acción. Sustancias fotosensibilizantes. Fuentes de luz. Aplicaciones de la terapia fotodinámica. Desarrollo de nuevos fármacos para terapia fotodinámica. Efecto de las Radiaciones Ultravioletas sobre el sistema inmune y ocular. Efectos sobre la piel. Fotoenvejecimiento. Fotocarcinogénesis. Fotoprotección. Medidas físicas de Fotoprotección. Tejidos. Lentes solares. Factor de Fotoprotección. Métodos de determinación del FPS. Métodos de determinación del FPA. Métodos de valoración de resistencia al agua. Mecanismos Fotoprotectores. Fotoprotectores químicos u orgánicos. Filtros fotoprotectores UVB. Filtros de la radiación UVA. Filtros de amplio espectro, UVB y UVA. Filtros solares físicos. Seguridad y efectos adversos de los protectores solares. Componentes fotoprotectores especiales. Excipientes. Factores que afectan la eficacia de un fotoprotector. Solubilidad. Fotoestabilidad.

## COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS DEL MÓDULO

- **COMPETENCIAS GENERALES:** Capacitar a los alumnos para realizar investigación en cualquier entorno del sector farmacéutico y de la salud.
- **COMPETENCIAS ESPECÍFICAS:** Capacitar al alumno para adquirir conocimientos sobre las características de las radiaciones y de las diversas reacciones Fotoquímicas y Fotobiológicas en las que participan; para llegar a comprender de los mecanismos moleculares de las reacciones de Fotosensibilización, especialmente las originadas por fármacos. Relacionar estos conocimientos con los mecanismos de los métodos que se utilizan en Terapia Fotodinámica y orientarlos para el desarrollo de nuevos fármacos de dicha Terapia. Además se les capacita para conocer la composición y realizar diferentes formulaciones de los Fotoprotectores. Y adquirir las habilidades de comunicación a la población acerca de la Fotoprotección según las recomendaciones de la OMS.

## OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)

*El alumno sabrá/comprenderá:* Las reacciones Fotoquímicas y las reacciones de Fotosensibilización, así como sus efectos nocivos sobre el cuerpo humano, orientados al desarrollo de fotoprotectores y de fármacos de Terapia Fotodinámica.  
Conocer los procesos fotoquímicos y fotobiológicos provocados por las radiaciones sobre ácidos nucleicos, proteínas, lípidos de membrana, tejidos y sistemas de forma directa o a través de la formación de radicales libres.



Los mecanismos de reparación del daño.  
Los métodos de evaluación del daño y de la protección de Fotoprotectores.  
La composición y formulación de los Fotoprotectores.

*El alumno será capaz de:* Desarrollo de formulaciones de fármacos de Terapia Fotodinámica. Investigar nuevos fármacos de Terapia Fotodinámica.  
Comunicar a la población de los factores de riesgo asociados a las radiaciones no ionizantes.  
Preparación de las diferentes composiciones de Fotoprotectores asociados a cada Fototipo, edad y sensibilidades medicamentosas; e Investigar nuevas formulaciones de Fotoprotectores.  
Realizar ensayos tecnológicos de fotoprotectores.

## TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

Tema 1 . Radiaciones y espectro electromagnético  
RUV del espectro electromagnético. Radiación Infrarroja  
Efectos de las Radiaciones No Ionizantes. Efectos beneficiosos. Efectos adversos

Tema 2 . Radiación solar. Irradiancia solar. Procesos de Absorción Atmosféricos. Fotoquímica del ozono.  
Procesos de Dispersión. Procesos de Reflexión. Albedo. *Irradiancia global*  
Factores que influyen en la cantidad de la radiación en la superficie terrestre. Latitud.estación anual. Altura. Ángulo horario. Clima. Capa de ozono.

Tema 3 . a.Espectros de acción. Dosis biológica efectiva. Irradiancia biológicamente efectiva. Fototipos. Dosis Eritemática Mínima, (MED). Dosis Estándar de Eritema (SED), Índice UV (IUV).

b.Unidades y dosis. Dosis absorbida. Dosis equivalente. Dosis efectiva

Tema 4 . Efectos de las radiaciones a nivel molecular.

Efectos directos. Fotoproductos del ADN. Fotorreacciones en proteínas. Entrecruzamientos proteínas ADN. Ácido urocánico.

Efectos producidos por la formación de radicales libres. Mecanismos generales de formación de radicales libres. Especies Reactivas de Oxígeno. Anión Superóxido. Radical Hidroperoxilo. Radicales Peroxilo. Oxígeno singlete. Peróxido de Hidrógeno. Reacción de Fenton. Reacción de Haber-Weiss. Radical Hidroxilo. Radicales Libres "centrados" en el nitrógeno. Óxido Nítrico. Peroxinitrito.Otros radicales

Efectos de los radicales libres. Daño a péptidos y proteínas. Daño en el ADN. Efectos sobre lípidos. Detección de la peroxidación lipídica. Estrés oxidativo

Tema 5. Mecanismos de Reparación.

1.-Genéticos

A. Reversión de daños. A.1. Fotorreactivación. A.2. La ligadura de roturas de cadena única

B. Eliminación del daño. B. 1. Reparación por escisión de bases (BER). B. 2. Reparación de genes "Mismatch repair". B. 3. Reparación por escisión de nucleótidos.

C.Tolerancia a los daños. C. 1.Reparación por recombinación (hueco hebra hija). C. 2.Reparación mutágena (trans-lesión de síntesis).

2.- Sistema defensivo antioxidante.

- a.Enzimáticos, endógenos. Superóxido dismutasa (SOD). Glutación peroxidasa (GPx). Catalasa (CAT). Ubiquinona/Ubiquinol (CoQ10)

- b. No enzimáticos, endógenos. Glutación. Ácido úrico. Melatonina. Ubiquinona/Ubiquinol

c.No enzimáticos, exógenos. Carotenoides. Compuestos polifenólicos. Flavonoides. Vitamina E. Vitamina C.

Tema 6. Fotosensibilidad. Mecanismos de fotosensibilización. Reacciones tipo I. Reacciones tipo II. Sustancias Fotosensibilizantes. Relación Fotosensibilidad-Estructura química. Fluoroquinolonas. Antiinflamatorios no esteroideos. Fotodermatitis

Tema 7. Terapia fotodinámica. Mecanismo de acción. Sustancias fotosensibilizantes. Fuentes de luz. Aplicaciones de PDT



Tema 8. Efectos directos de las radiaciones ultravioletas sobre el organismo

- a) Efecto de las radiación ultravioleta sobre sistema inmune
- b) Efecto de las radiación ultravioleta sobre sistema ocular
- c) Efecto de las radiación ultravioleta sobre la piel. Efectos agudos. Efectos retardados. Fotoenvejecimiento . Fotocarcinogénesis. Cáncer de piel no-melanómico. Melanoma maligno (mm).

Tema 9 .Fotoprotección

Medidas físicas de Fotoprotección. Tejidos. Lentes solares.

Factor de Fotoprotección. Métodos de determinación del FPS. Métodos de determinación del FPA. Métodos de valoración de resistencia al agua. Fotoprotectores químicos u orgánicos. Filtros solares físicos.

Seguridad y efectos adversos de los protectores solares. Componentes fotoprotectores especiales.

Excipientes. Factor de Fotoprotección. Métodos de determinación del FPS. Métodos de determinación del FPA.

Métodos in vivo. Métodos in vitro. Mecanismos de acción de los filtros fotoprotectores. Filtros químicos.

Filtros fotoprotectores UVB. Filtros de la radiación UVA. Filtros de amplio espectro, UVB y UVA. Filtros físicos

Otros componentes

Factores que afectan la eficacia de un fotoprotector. Solubilidad. Fotoestabilidad. Sustainividad.

**BIBLIOGRAFÍA**



Antioxidant and Redox Regulation of Genes. Chandan K. Sen. Academic Press. ISBN 978-0-12-636670-9. (2000)

Sun Protection in Man. Ed. Paolo U. Giacomoni. Volume 3, Comprehensive Series in Photosciences, Elsevier, ISBN 9780444508393 (2001)

Modern molecular photochemistry. Nicholas J. Turro. University Science Book. 1991

Analysis of Cosmetic Products. 2ª Ed. Amparo Salvador, Alberto Chisvert. Elsevier Science. ISBN 978-0-444-63508-2. DOI <https://doi.org/10.1016/C2014-0-00920-3> (2017)

Fotoprotección. Lluís Puig Sanz, Cristina Nadal. Publicaciones Permanyer, 1997

Formulario Medico Farmaceutico En Espanol. Jose Antonio Batistuzzo. Masayuki Itaya. Yukiko Eto. Pharmabooks.2010

Biological Impacts Of Increased Intensities Of Solar Ultraviolet Radiation .National Research Council (U.S.).

Sunscreens: development, evaluation, and regulatory aspects. Nicholas J. Lowe. Marcel Dekker, 1997

Photodermatology Henry W. Lim, Herbert Hönigsmann, John L. M. Hawk. 2007

Clinical Guide to Sunscreens and Photoprotection. Zoe Diana Draelos .2008

Cosmeceúticos. Zoe Diana Draelos .Elsevier. 2006.

Photosensitivity Diseases: Principles Of Diagnosis And Treatment, Leonard C. Harber, David R. Bickers, B.C. Decker, 1989

Principles and Practice of Skin Toxicology. Robert Chilcott, Shirley Price. Wiley.2008

Radiación ultravioleta y salud. Sergio Cabrera Silva. Eduardo Lissi Gervaso. Juan Honeyman Mauro Editores. Editorial Universitaria. Santiago de Chile. 2005.

Flavins: photochemistry and photobiology, Royal Society of Chemistry . Eduardo Silva (Editor), Ana M Edwards (Editor) , 2006.

Skin aging . Barbara a. Gilchrest, Jean Krutmann ed.. Springer-verlag. 2006.

Wulf Dröge. "Free radicals in the physiological control of cell function" *Physiological Review*; 82: 47-95; 2002  
Este fichero PDF (666 K) contiene una revisión del papel de los radicales libres como mediadores en el control celular.

Valko, M.; Leibfritz, D.; Moncola, J.; Cronin, M.T.D.; Mazura, M.; Telser, J. (2007) "Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease" *IJBCB*. 39:44-84  
doi:10.1016/j.biocel.2006.07.001

K. Bagchi; S. Puri. "Free radicals and antioxidants in health and disease" *Eastern Mediterranean Health Journal*; 4:350-360; 1998.

Timoshenko, V. "Singlet Oxygen Generation and Detection for Biomedical Applications" In "Sensor for Environment, Health and Security. NATO Science for Peace and Security Series C: Environmental Security 2009, pp 295-309.

Rajeshwar P. Sinha and Donat-P. Häder *Photochem. Photobiol. Sci.*, 2002, **1**, 225-236.

W. Marvin Davis. "Phototoxicity: Environmental hazard and therapeutic tool". *Drug Topics*; 41-50; 2001

"Guidance for Industry Photosafety Testing". U.S. Department of Health and Human Services Food and Drug



Administration Center for Drug Evaluation and Research (CDER) January 2000 Pharmacology and Toxicology

B. Quintero, M.A. Miranda. "Mechanisms of photosensitization induced by drugs: A general survey". *Ars Pharm.*; 27-46; 2000

C. M. Cabrera Morales<sup>1</sup>, M. A. López-Nevot<sup>2</sup>, Efectos de la radiación ultravioleta (UV) en la inducción de mutaciones de p53 en tumores de piel , *Oncología*, 2006; 29 (7):291-298

Ruiz Lascano, Alejandro, Kuznitsky, Raquel, Garay, Iliana et al. Risk factors for basal cell carcinoma: Case-control study in Cordoba. *Medicina (B. Aires)*. [online]. Nov./Dec. 2005, vol.65, no.6 , p.495-500. Disponible en World Wide Web: . ISSN 0025-7680.

Allal Ouhtit<sup>†</sup> and Honnavara N. Ananthaswamy, A model for UV-induction of skin cancer, *Journal of Biomedicine and Biotechnology*, 1:1 (2001)5-6

Vladislava O. Melnikova, Honnavara N. Ananthaswamy, Cellular and molecular events leading to the development of skin cancer, *Mutation Research* 571 (2005) 91-106

F. Camacho. "Antiguos y nuevos aspectos de la fotoprotección" *El médico*; 4: 441-48; 2001

Paris C, Lhiaubet-Vallet V, Jiménez O, Trullas C and Miranda MA. "A Blocked Diketo Form of Avobenzone: Photostability, Photosensitizing Properties and Triplet Quenching by a Triazine-derived UVB-filter". *Photochem. Photobiol.*, 85: 178-184; 2009. Este trabajo ofrece datos experimentales que demuestran la inestabilidad de la forma enólica de la avobenzona lo que la inutiliza como protector frente a radiaciones UVA

REGLAMENTO (CE) No 1223/2009 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 30 de noviembre de 2009 sobre los productos cosméticos

#### ENLACES RECOMENDADOS

<http://www2.epa.gov/science-and-technology/health-science>

<http://www.photomedicine.org/links.php>

<http://www.photobiology.eu/>

<http://www.skincancer.org/twins-and-photodamage.html>

[http://www.lapiel.com/frontend/lapiel/noticia.php?id\\_noticia=560&id\\_seccion=230&PHPSESSID=5103acc5b712fc51e](http://www.lapiel.com/frontend/lapiel/noticia.php?id_noticia=560&id_seccion=230&PHPSESSID=5103acc5b712fc51e)

<http://www.provitamin.jp/l-ascorbyl-e7.html>

<http://www.photobiology.info/Photomed.html>

[www.accessexcellence.org/LC/OP/RAY/](http://www.accessexcellence.org/LC/OP/RAY/)

[http://www.eurekalert.org/pub\\_releases/2006-06/msl-sfn063006.php](http://www.eurekalert.org/pub_releases/2006-06/msl-sfn063006.php)

[www.mediciniche.com/dermatological.html](http://www.mediciniche.com/dermatological.html)

<http://medi-smart.com/skin-ca.htm>

<http://www.medscape.com/viewarticle/515548>

<http://www.photobiology.info/>

<http://www.photobiology.info/Uzdensky.html>

<http://www.photobiology.info/HistPhotosens.html>

[International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. ICNIRP](http://www.icnirp.org/)

#### METODOLOGÍA DOCENTE



ugr

Universidad  
de Granada

- La metodología utilizada al comienzo será de **lecciones magistrales**, desarrolladas con medios audiovisuales. Al alumno se le proporcionará un resumen del tema a desarrollar mediante alguna plataforma de docencia. En estos resúmenes se integrarán los esquemas y figuras que se necesitan en los desarrollos teóricos.
- **Sesiones de discusión de artículos** recientes de algunos de los aspectos recogidos en el temario.
- **Sesiones de laboratorio**, en donde se abordarán aquellos aspectos experimentales más formativos. Se realizarán fórmulas fotoprotectoras.
- **Trabajos individuales de los alumnos**, para profundizar en temas concretos, previamente tratados en las clases teóricas.

#### **EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)**

La evaluación será continua, con un seguimiento del esfuerzo del alumno y sus progresos a lo largo del curso. Los criterios evaluación se basarán en:

- 1) La participación activa del alumno durante las clases teóricas en la ejecución de tareas o actividades que se correspondan con las competencias. Porcentaje calificación: 10%
- 2) La capacidad del alumno para trabajar, en la búsqueda bibliográfica de un tema relacionado con los contenidos de la materia. Se valorará en exposiciones orales, individuales o en grupo, la adecuación a la proposición, la concreción en el desarrollo y el aporte personal. Porcentaje calificación: 70%
- 3) La adecuada elaboración de una forma farmacéutica fotoprotectora. Porcentaje calificación: 20%

La proximidad y la compenetración entre profesores y alumnos que se espera que se establezcan en el curso, permitirá prescindir de otros tipos de evaluación, ya que, con el número de alumnos normales, el profesorado es consciente del grado en que cada alumno alcanza los objetivos establecidos.

**INFORMACIÓN ADICIONAL** En el supuesto de no asistencia por cualquier motivo, está prevista la realización de un examen el 28 de febrero de 2020 a las 9 h en el Departamento de Físicoquímica de la Facultad de Farmacia. Dicha prueba podrá ser de respuesta múltiple, de preguntas cortas, de temas a desarrollar o bien la combinación de cualquiera de las opciones anteriormente descritas.

#### **INFORMACIÓN ADICIONAL**

