

**GEOLOGÍA APLICADA A LA FARMACIA (GEOFARMACIA): Biocristalografía y Materias Primas Minerales**

MÓDULO	MATERIA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
Farmacia	Geofarmacia	2º	2º	6	Optativa
PROFESOR(ES)			DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS (Dirección postal, teléfono, correo electrónico, etc.)		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rafael Delgado Calvo Flores</li> <li>• Jesús Párraga Martínez</li> <li>• Gabriel Delgado Calvo-Flores</li> <li>• Juan Manuel Martín García</li> </ul>			Dpto. Edafología y química Agrícola, 1ª planta, Facultad de Farmacia. Despachos nº 183, 184, 185 y 186. Correo electrónico: <a href="mailto:rdelgado@ugr.es">rdelgado@ugr.es</a> , <a href="mailto:jparraga@ugr.es">jparraga@ugr.es</a> , <a href="mailto:gdelgado@ugr.es">gdelgado@ugr.es</a> , y <a href="mailto:jmmartingarcia@ugr.es">jmmartingarcia@ugr.es</a>		
			HORARIO DE TUTORÍAS		
			<u>Rafael Delgado</u> : Martes de 11,30 a 13,30 (F. Ciencias), miércoles y jueves de 11,30 a 13,30 (F. Farmacia). <u>Jesús Párraga</u> : lunes de 16,00 a 19,00 (F. Ciencias) y Martes de 9,00 a 12,00 (F. Farmacia). <u>Gabriel Delgado</u> : lunes, miércoles y viernes, de 12,30 a 14,30 (F. Farmacia). <u>Juan Manuel Martín García</u> : lunes de 12,00 a 14,00 (F. Ciencias) y martes y miércoles, de 12,00 a 14,00 (F. Farmacia).		
GRADO EN EL QUE SE IMPARTE			OTROS GRADOS A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR		
Grado en Farmacia			Ciencias Ambientales, Ciencias Químicas, Bioquímica, Medicina y Ciencias Biológicas		
PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede)					
Tener conocimientos adecuados sobre: Matemáticas, Física, Química, Fisicoquímica. Algunos conocimientos básicos sobre el Medio Natural.					
BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL GRADO)					
Biocristalografía. Principios de Cristalografía aplicada a la Farmacia: Polimorfismo. Excipientes, principios activos y tóxicos minerales: materias primas de aplicación en Farmacia, Cosmética y otras Ciencias de la Salud. Biominerales humanos (huesos, dientes, litiasis).					
COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS					



**Competencias generales:** CG1, CG4, CG12 y CG15.

**Competencias específicas:** CEM1.1, CEM1.2, CEM1.3, CEM1.5, CEM1.9, CEM1.10, CEM1.11, CEM3.1, CEM4.2, CEM4.5, CEM5.14, CEM5.15, CEM6.1, CEM6.4, CEM6.6, CEM6.7.

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

- 1.- Biocristalografía: Cristalografía de macromoléculas biológicas. Cristalización; métodos de estudio.
- 2.- Polimorfismo: Influencia de la estructura cristalina y las propiedades físicas, químicas y fisicoquímicas en la biodisponibilidad de sustancias (cristalinas/minerales) empleadas en formulaciones farmacéuticas.
- 3.- Materias primas minerales de interés en Farmacia y Cosmética: principios activos, excipientes y tóxicos. Normativas de empleo, Farmacopeas.
- 4.- Biominales humanos: no patológicos (huesos, dientes, etc) y patológicos (litiasis)

#### TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

##### PROGRAMA TEORICO

##### **BLOQUE 1.- Concepto. Fundamentos de Biocristalografía.**

###### Tema 1.- Concepto de la asignatura

1.1. Concepto de Geofarmacia. 1.2. Ámbitos de estudio: Biocristalografía. Polimorfismo farmacéutico, Materias primas minerales, Biominales. 1.3. Marco científico-histórico. 1.4. Ciento sesenta años de Geofarmacia en la Facultad de Farmacia de la Universidad de Granada.

###### Tema 2.- Fundamentos de Biocristalografía

2.1. Introducción. 2.2. La Biocristalografía como herramienta de estudio en las Ciencias de la Salud. 2.2. Estados físicos y estados de orden. 2.3. Estados cristalino y amorfo. 2.4. Sistemas condensados: cristal, polímeros, cristales líquidos y amorfos. 2.4. Cristal y red cristalina. 2.5. Defectos cristalinos. 2.6. Simetría. 2.7. Aplicaciones de la simetría a las Ciencias de la Salud.

##### **BLOQUE 2.- Cristalización, propiedades y métodos de estudio específicos de sólidos cristalinos**

###### Tema 3.- Principios básicos de cristalización

3.1. Formación de sólidos cristalinos. 3.2. Nucleación. 3.3. Crecimiento. 3.4. Aplicaciones científicas y tecnológicas. Caso especial de las macromoléculas biológicas.

###### Tema 4.- Propiedades de los sólidos cristalinos, de interés farmacéutico y cosmético

4.1. Concepto y clasificación. 4.2. Propiedades físicas. 4.3. Propiedades químicas. 4.4. Propiedades fisicoquímicas. 4.5. Sinopsis de las principales aplicaciones a las Ciencias de la Salud.

###### Tema 5.- Polimorfismo farmacéutico

5.1. Concepto de Cristalquímica. 5.2. Tipos de estructuras. 5.3. Polimorfismo farmacéutico. Influencia en la biodisponibilidad. Principios activos, excipientes, tecnología farmacéutica. 5.4. Otros fenómenos morfotrópicos de interés en las Ciencias de la Salud.

###### Tema 6.- Métodos de estudio específicos de los sólidos cristalinos

6.1. Generalidades. 6.2. Principales métodos basados en interacciones con radiaciones electromagnéticas. 6.3. Métodos de microscopía electrónica. 6.4. Otros métodos avanzados.

##### **BLOQUE 3.- Cristalografía de las macromoléculas biológicas**

###### Tema 7.- Antecedentes de la Cristalografía de la macromoléculas biológicas

7.1. Primeras estructuras macromoleculares estudiadas. 7.2. Premios Nóbel y cristales macromoleculares. 7.3. La cristalografía de las macromoléculas biológicas y el avance actual de la Ciencia: Biología Molecular y Genómica.



Macromoléculas orgánicas.

Tema 8.- Cristalización de macromoléculas

8.1. Antecedentes. 8.2 Esquema de estudio de los cristales macromoleculares. 8.3. Cristalización de macromoléculas. 8.4. Factores que influyen.

Tema 9.- Estructuras de los cristales macromoleculares

9.1. Proceso de determinación de la estructura. 9.2. Principales métodos. 9.3. Ejemplos de cristales macromoleculares: ADN, proteínas, virus, moléculas orgánicas, fármacos, etc.

**BLOQUE 4. Materias primas minerales farmacéuticas y cosméticas. Minerales tóxicos.**

Tema 10.- Sistemática mineral aplicada a Farmacia y Cosmética

10.1. Principios de sistemática mineral. 10.2. Superclases y clases de minerales. 10.3. Especies no silicatadas de interés en Farmacia y Cosmética. Óxidos, hidróxidos, carbonatos, sulfatos y otros minerales.

Tema 11.- Silicatos de interés farmacéutico y cosmético I

11.1. Clasificación estructural de los silicatos. 11.2. Criterios de clasificación en subclases. 11.3. Tectosilicatos. 11.4. Grupo de la sílice: Cuarzo, Ópalo. El vidrio (su aptitud en Farmacopea). 10.5. Grupo de las zeolitas.

Tema 12.- Silicatos de interés farmacéutico y cosmético II

12.1. Filosilicatos. 12.2. Clasificación estructural de los filosilicatos. 12.3. Caolinita, Talco y esmectitas (bentonitas). Aplicaciones farmacéuticas y cosméticas. 12.4. Otros filosilicatos.

Tema 13.- Fibras carcinogénicas en Farmacia. Otros minerales tóxicos

13.1. Antecedentes. 13.2. Concepto de fibra. 13.3. Inosilicatos fibrosos. 13.4. Filosilicatos fibrosos. 13.5. Hipótesis sobre mecanismos de inducción de carcinogénesis por fibras minerales. 13.6. Normativas internacionales. 13.7 Otros minerales tóxicos.

**BLOQUE 5.- Aptitud en Farmacia de las materias minerales**

Temas 14.- Minerales como principios activos

14.1. Introducción a la actividad terapéutica de los minerales. 14.2. Las arcillas en formulaciones farmacéuticas. Nuevas tendencias. 14.3 Ensayos de aptitud de los minerales.

Tema 15.- Minerales como excipientes. Usos cosméticos

15.1. Minerales como excipientes. 15.2. Generalidades de la interacción fármaco-excipiente-mineral. Monografías de bentonitas. 15.3. Ensayos de aptitud de los excipientes minerales. 15.4. Minerales en cosmética.

**BLOQUE 6.- Biominerales humanos. Relación de los minerales con la vida. Minerales, medio ambiente y salud humana**

Temas 16.- Principales biominerales humanos fosfatados

16.1. Concepto de biomineralización. 16.2. Biominerales humanos. 16.3. Biominerales del hueso. 16.4. Biominerales del diente.

Tema 17.- Otros biominerales humanos

17.1. Biominerales de los otolitos. 17.2. Litiasis. 17.3. Otros biominerales humanos.

Tema 18.- Origen mineral de la vida

18.1. Antecedentes. 18.2. El mundo biológico como fruto del mundo mineral. 18.3. Replicación de biomoléculas en soportes minerales. 18.4. Hipótesis sobre el origen mineral de la vida. 18.5. El Mundo Alcalino: geomembranas y geoenzimas.

Tema 19.- Minerales, medioambiente y salud humana (Geomedicina)

19.1. Concepto e interés de la Geomedicina. 10.2. Elementos esenciales y tóxicos para la vida. 19.3. Ciclos de estos elementos en la Naturaleza. Papel de los minerales. 19.4. La salud humana en relación con las alteraciones de los ciclos de los elementos: deficiencias, excesos, desequilibrios y óptimos. 19.5. El suelo como medio organomineral y vertebrador de los ecosistemas terrestres; importancia para la salud humana. 19.6. Minerales en el aire: origen y efectos *per se* y como transportadores de materiales biológicos. Importancia para la salud humana.



## PROGRAMA PRÁCTICO

### Práctica 1

Formación controlada de cristales. Cristalización de sustancias de naturaleza inorgánica. Técnicas de cristalización y polimorfismo de sustancias de uso farmacéutico. Formación de cristales macromoleculares de proteína. Precipitación de cocristales farmacéuticos. Recristalización de principios activos farmacéuticos

### Práctica 2

Formación de “Jardines cristalinos”: realización de un experimento sobre el origen mineral de la vida

### Práctica 3

Ensayos de Farmacopea para minerales de aplicación farmacéutico-cosmética.

### Práctica 4

Reconocimiento y cuantificación de especies minerales y de otras sustancias cristalinas, de interés y aplicación farmacéutico-cosmética, mediante técnicas de difracción de rayos-X. Estructura interna de materia cristalina. Estudio de la red cristalina y la simetría.

### Práctica 5

Reconocimiento y análisis de especies minerales y de otras sustancias cristalinas, de interés y aplicación farmacéutico-cosmética, mediante técnicas de Microscopía Electrónica de Barrido.

## PROGRAMA DE SEMINARIOS Y EXPOSICIÓN DE TRABAJOS

### Seminario 1

Búsqueda de conocimiento: libros, revistas científicas, informes; búsqueda informática. Procesamiento de la información. Redacción de un trabajo bibliográfico.

### Seminario 2

Exposición oral de trabajos. Crítica científica y debate.

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL:

#### **Fundamentals of Crystallography**

Autores: C. Giacovazzo, H.L. Monaco, D. Viterbo; F. Scordari G.Gilli. G.Zanotti. M. Catti.

Año de publicación: 2002

Editorial: Oxford Science Publications

#### **Crystal Growth. Principles and Progress**

Autor: A. W. Vere

Año de publicación: 1998

Editorial: Plenum Press

#### **Métodos de Difracción de Rayos-X. Principios y Aplicaciones**

Autor: Joaquín Bermúdez Polonio

Año de publicación: 1981

Editorial: Pirámide

#### **Manual de Mineralogía de DANA**

Autore: Comelius. S. Hulburt Jr. : Cornelis Klein

Año de publicación: 2003

Editorial: Reverte, S.A.



**Mineralogy for Students**

Autor: M. H. Battey

Año de publicación: 1997

Editorial: Longman Scientific & Technical

**Mineralogie des Argiles. 1, Structure et Propriétés Physico-chimiques**

Autores: S. Caillière S. Hénin M. Rautureau

Año de publicación: 1997

Editorial: INRA Actualités Scientifiques et Agronomiques

**Modern Crystallography. I. Symmetry of Crystals, Methods of Structural Crystallography**

Autor: B.K. Vainshtein

Año de publicación: 1994

Editorial: Springer Verlag.

**Modern Crystallography II. Structure of Crystals**

Autores: S.K. Vainshtein: V.M. Fridkin: V.L. Indenbomm

Año de publicación: 2000

Editorial: Springer Verlag.

**An introduction to the rock forming minerals**

Autores: W.A. Deer, R.A. Howie, J. Zussman

Año de publicación: 1992

Editorial: Longman Scientific & Technical

**Mineralogía Aplicada. Salud y Medio Ambiente**

Autores: M.I. Carretero, M. Pozo

Año de publicación: 2007

Editorial: Thomson

**Geomedicine**

Autores: Låg J

Año de publicación: 1990

Editorial: CRC Press, USA.

**Medical Mineralogy and Geochemistry.**

Autores: Nita S, Schoonen MAA (Eds.)

Año de publicación: 2006

Editorial: Reviews in Mineralogy and Geochemistry Volume 64. Geochemical Society and Mineralogical Society, USA

**Essentials of Medical Geology**

Autores: Sellinus O, Alloway B, Centeno JA, Finkelman RB, Fuge R, Lindh U, Smedley P

Año de publicación: 2007

Editorial: Elsevier Academic Press.

**Medical Geology : Effects of Geological Environments on Human Health**

Autores: Komatina MM

Año de publicación: 2004

Editorial: Developments in Earth and Environmental Sciences, 2. Elsevier

**BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:**

Abrahams PW (2002). Soils: their implications to human health. The Science of Total Environment, 291:1-32.

Abrahams PW (2006). Soil, geography and human disease: a critical review of the importance of medical cartography. Progress in Physical Geography, 30: 490-512.

Bunnell JE, Finkelman RB, Centeno JA, Selinus O (2007). Medical Geology: a globally emerging discipline. Geologica Acta, 5: 273-281.

Delgado, R., Delgado, G., Ruiz, A., Gallardo, V., Gámiz, E. 1994. The crystallinity of several Spanish kaolins: correlations



with sodium amylobarbitone release. *Clay Miner.* 29, 785 – 797.

Gámiz, E., Caballero, E., Delgado, M., Delgado, R., 1988 a. Characterization of Spanish kaolins for pharmaceutical use. I. Chemical and mineralogical composition, physico-chemical properties. *Bolletino Chim. Farm.* 127(5), 114-120.

Gamiz, E., Delgado, G., Delgado, R., 1988 b. Characterization of Spanish kaolins for pharmaceutical use. II. Assays according British Pharmacopoeia. *Bolletino Chim. Farm.* 127(6), 138 – 143.

Hiramatsu, Y., Suzuki, H., Kuchiki, A., Nakagawa, H., Fuji, S. 1996. X – ray structural studies of Lomeridine Dihydrochloride polymorphs. *J. Pharm. Sci.* 85, 761- 766

Låg J (1994). Geomedicine, an expanded application of soil science. 15th World Congress of Soil Science (Acapulco, Mexico), vol 3A: 557-567.

Oliver MA (1997). Soil and human health: a review. *European Journal of Soil Science*, 48: 573-592.

Skinner HCW (2007). The earth, source of health and hazards: an introduction to medical geology. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 35: 177-213.

Steinness E (2009). Soils and geomedicine. *Environmental Geochemistry Health*, 31: 523-535.

Soriano, M., Melgosa, M., Sánchez-Marañón, M., Delgado, G., Gámiz, E., Delgado, R. 1998. Whiteness of talcum powders as a quality index for pharmaceutical uses. *Color Res. Appl.* 15, 261-265.

Soriano, M., Sánchez-Marañón, M., Melgosa, M., Gámiz, E., Delgado, R. 2002. Influence of chemical and mineralogical composition on color for commercial talcs. *Color Res. Appl.* 27, 430-440.

#### ENLACES RECOMENDADOS

-Geology 114 Lecture Notes: <http://www.geol.ucsb.edu/faculty/hacker/geo114A/lectureNotes.htm>

-The Crystal Structure of Proteins: [http://images.google.es/imgres?imgurl=http://supfam.mrc-lmb.cam.ac.uk/elevy/perso/images/image\\_02.png&imgrefurl=http://supfam.mrc-lmb.cam.ac.uk/elevy/perso/elevyArt.html&usg=\\_\\_clp9IMH6nondroQINBJDhr4Tvko=&h=618&w=680&sz=369&hl=es&start=37&tbnid=sXsYFe2WWQwc9M:&tbnh=126&tbnw=139&prev=/images%3Fq%3DCrystal%2Bsimmetry%2B.gif%2Banimation%26gbv%3D2%26ndsp%3D18%26hl%3Des%26sa%3DN%26start%3D36](http://images.google.es/imgres?imgurl=http://supfam.mrc-lmb.cam.ac.uk/elevy/perso/images/image_02.png&imgrefurl=http://supfam.mrc-lmb.cam.ac.uk/elevy/perso/elevyArt.html&usg=__clp9IMH6nondroQINBJDhr4Tvko=&h=618&w=680&sz=369&hl=es&start=37&tbnid=sXsYFe2WWQwc9M:&tbnh=126&tbnw=139&prev=/images%3Fq%3DCrystal%2Bsimmetry%2B.gif%2Banimation%26gbv%3D2%26ndsp%3D18%26hl%3Des%26sa%3DN%26start%3D36)

-Mineralogy Database: <http://webmineral.com/>

-Common Minerals and Their Uses: <http://www.mii.org/commonminerals.php>

-Some Fundamentals of Mineralogy and Geochemistry:  
[http://images.google.es/imgres?imgurl=http://www.gly.uga.edu/railsback/Fundamentals/PhyllosilicatesI%26II06IILS.jpg&imgrefurl=http://www.gly.uga.edu/railsback/FundamentalsIndex.html&usg=\\_\\_KjShsJ758jq9mJP5M\\_v3B1BqKGA=&h=1105&w=1430&sz=314&hl=es&start=5&tbnid=Amj0eyV41UgHIM:&tbnh=116&tbnw=150&prev=/images%3Fq%3Dphyllosilicate%2Bcontents%26gbv%3D2%26hl%3Des](http://images.google.es/imgres?imgurl=http://www.gly.uga.edu/railsback/Fundamentals/PhyllosilicatesI%26II06IILS.jpg&imgrefurl=http://www.gly.uga.edu/railsback/FundamentalsIndex.html&usg=__KjShsJ758jq9mJP5M_v3B1BqKGA=&h=1105&w=1430&sz=314&hl=es&start=5&tbnid=Amj0eyV41UgHIM:&tbnh=116&tbnw=150&prev=/images%3Fq%3Dphyllosilicate%2Bcontents%26gbv%3D2%26hl%3Des)

-Twinning, Polymorphism, Polytypism, Pseudomorphism: <http://www.tulane.edu/~sanelson/eens211/twinning.htm>

#### METODOLOGÍA DOCENTE

**Sesiones académicas teóricas**, esta técnica docente se basa en la clase de lección magistral presencial. Duración aproximada de una hora; en ella el profesor explicará los fundamentos teóricos de la Asignatura. Se estimulará la participación activa del alumno.

**Sesiones académicas prácticas**. Se realizarán en el laboratorio de prácticas de Cristalografía y Mineralogía y Radiocristalografía. El número de alumnos será de 25 y el profesor dirigirá la labor individual de cada uno de ellos. Se valorará la labor diaria de cada alumno aunque al final se realizará una prueba, oral y escrita, para estimar el grado de aprovechamiento de estas sesiones prácticas.

**Seminarios, exposición, y debate**. En estas sesiones se resolverán, aclararán y discutirán las cuestiones relacionadas con



las sesiones teóricas. Asimismo, algunas de estas sesiones se emplearán para la exposición oral de los alumnos de las actividades académicas dirigidas por el profesor; estas sesiones irán acompañadas por debate.

#### PROGRAMA DE ACTIVIDADES

Primer cuatrimestre	Temas del temario	Actividades presenciales (NOTA: Modificar según la metodología docente propuesta para la asignatura)					Actividades no presenciales (NOTA: Modificar según la metodología docente propuesta para la asignatura)				
		Sesiones teóricas (horas)	Sesiones prácticas (horas)	Exposiciones y seminarios (horas)	Exámenes (horas)	Etc.	Tutorías individuales (horas)	Tutorías colectivas (horas)	Estudio y trabajo individual del alumno (horas)	Trabajo en grupo (horas)	Etc.
Semana 1	1, 2	2		1				4			
Semana 2	3	2	1					4			
Semana 3	4	2	1	1				4			
Semana 4	5	1,5	1	1	0,5			5			
Semana 5	6	1	1	2				4			
Semana 6	7, 8	2	1	1				4			
Semana 7	9, 10	3	1					4			
Semana 8	11	2	1	1	0,5			5			
Semana 9	12	1	1	2				4	2		
Semana 10	13	2	1	1				4	2		
Semana 11	14	1	1	2				4	2		
Semana 12	15	1	1	2	0,5			5	2		
Semana 13	16	2	1	1				4	2		
Semana 14	17	2	1	1				4	2		
Semana 15	18	2,5	1		0,5			5	2		
Semana 16	19	1		2	2			5	3		
Total	19	28	14	18	4			69	17		



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

- Exámenes teóricos escritos sobre los contenidos del programa. Podrán ser tipo test y/o preguntas de aplicación de los conceptos teóricos o problemas.
- Examen de seminarios y prácticas: oral y escrito. Tratará de ser un examen donde se apliquen los conocimientos teórico-prácticos mediante la resolución de problemas.
- Realización y exposición de un trabajo colectivo sobre aspectos concretos de la materia.
- Asistencia a actividades académicas organizadas y aceptadas por la Facultad de Farmacia o la Universidad de Granada, relacionadas con la materia.

El aprobado en seminarios y prácticas es condición imprescindible para la superación de la Asignatura.

Para superar cualquier examen de la Asignatura es necesario obtener una calificación superior a la media entre el valor nulo y la máxima calificación. Las calificaciones por debajo de dicha media, pero próximas a ella, serán valoradas teniendo en cuenta toda la labor realizada durante el curso.

Las sesiones teóricas prácticas y seminarios tienen carácter obligatorio. La asistencia a las actividades teóricas programadas se valorará positivamente.

La exposición del trabajo colectivo dirigido se evaluará en función de: Nivel de los conocimientos, claridad en la exposición, defensa de los conocimientos expuestos, etc.

La asistencia a otras actividades académicas, cuya temática esté relacionada con la asignatura, se valorará si el alumno presenta un resumen de lo expuesto en dicha actividad y justifica oficialmente su asistencia a la misma.

## INFORMACIÓN ADICIONAL

Cumplimentar con el texto correspondiente en cada caso.

