

MÓDULO	MATERIA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
Asignatura optativas	Química Bioinorgánica	2º y posteriores	1º(un grupo) y 2º (dos grupos)	6	Optativa
<b>PROFESORES<sup>(1)</sup></b>			DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS (Dirección postal, teléfono, correo electrónico, etc.)		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Juan Niclós Gutiérrez</li> <li>Josefa María González Pérez</li> <li>Alicia Domínguez Martín</li> </ul>			Dpto. de Química Inorgánica, 3ª planta, Facultad de Farmacia. Emails: Juan Niclós Gutiérrez ( <a href="mailto:jniclos@ugr.es">jniclos@ugr.es</a> ) Josefa María González Pérez ( <a href="mailto:jmgp@ugr.es">jmgp@ugr.es</a> ) Alicia Domínguez Martín ( <a href="mailto:adominguez@ugr.es">adominguez@ugr.es</a> )		
			HORARIO DE TUTORÍAS Y/O ENLACE A LA PÁGINA WEB DONDE PUEDAN CONSULTARSE LOS HORARIOS DE TUTORÍAS <sup>(1)</sup>		
			Pueden consultarse en la web del departamento: <a href="http://inorganica.ugr.es">http://inorganica.ugr.es</a> En cualquier caso deberá solicitarse mediante cita previa los días que se imparte la asignatura (antes o después de las horas de docencia de la misma)		
<b>GRADO EN EL QUE SE IMPARTE</b>			OTROS GRADOS A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR		
Grado en Farmacia			Grado en Química y Grado en Biología		
<b>PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES</b> (si procede)					

<sup>1</sup> Consulte posible actualización en Acceso Identificado > Aplicaciones > Ordenación Docente

(∞) Esta guía docente debe ser cumplimentada siguiendo la "Normativa de Evaluación y de Calificación de los estudiantes de la Universidad de Granada" (<http://secretariageneral.ugr.es/pages/normativa/fichasugr/ncg7121/>!)

-Recomendable tener aprobadas las asignaturas de Química Inorgánica, y Bioquímica.

Tener conocimientos adecuados sobre:

- Estructura y conformación de proteínas
- Química de Coordinación
- Conocimiento de los Bioelementos

### **BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL GRADO)**

BLOQUE 1: GENERALIDADES.

BLOQUE 2: QUÍMICA BIOINORGANICA DE ALGUNOS SISTEMAS BIOLÓGICOS.

BLOQUE 3: ACCION TERAPEUTICA Y TOXICIDAD.

### **COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS**

#### A. Competencias generales

CG1. Identificar, diseñar, obtener, analizar, controlar y producir fármacos y medicamentos, así como otros productos y materias primas de interés sanitario de uso humano o veterinario.

CG4. Diseñar, preparar, suministrar y dispensar medicamentos y otros productos de interés sanitario.

CG11. Evaluar los efectos toxicológicos de sustancias y diseñar y aplicar las pruebas y análisis correspondientes.

#### B. Competencias específicas

CEM1.1 Identificar, diseñar, obtener, analizar y producir principios activos, fármacos y otros productos y materiales de interés sanitario.

CEM1.4 Estimar los riesgos asociados a la utilización de sustancias químicas y procesos de laboratorio.

CEM1.9 Conocer el origen, naturaleza, diseño, obtención, análisis y control de medicamentos y productos sanitarios

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

Con la asignatura de QUIMICA BIOINORGANICA, se espera que el alumno:

- A. Conozca las implicaciones de los elementos metálicos en los sistemas biológicos, haciendo especial hincapié en el estudio de centros activos de metaloproteínas como principales responsables de la actividad que éstas desempeñan en los sistemas biológicos.
- B. Introducir al estudiante en el conocimiento de los aspectos de la Química Inorgánica medicinal, en concreto se aborda un tema dedicado al estudio de compuestos inorgánicos con acción antitumoral y otro donde se introduce al alumno en el campo de la toxicología de metales, con especial mención a su



terapia quelatante.

## TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

### TEMARIO TEÓRICO:

#### Bloque I GENERALIDADES

Tema 1: INTRODUCCIÓN Y CONSIDERACIONES GENERALES ACERCA DE LA PRESENCIA DE METALES EN LOS SISTEMAS BIOLÓGICOS (S. B.).

Origen de la presencia de metales en los Sistemas Biológicos.

Elementos químicos que forman parte de los Sistemas Biológicos.

Funciones biológicas de los elementos inorgánicos.

Tema 2: INTERACCIONES DE IONES METÁLICOS CON LIGANDOS BIOLÓGICOS.

2.1 Generalidades

2.2 Propiedades generales de los cationes metálicos.

Ligandos biológicos (Bioligandos).

Interacción metal-proteína.

Estabilidad de complejos y factores que afectan a la misma.

Efectos Quelato y Macroquelato.

Tema 3: ALGUNAS CONFIGURACIONES ELECTRÓNICAS DE IONES DE INTERÉS EN SISTEMAS BIOLÓGICOS.

3.1 Vanadio

3.2 Cromo

3.3 Manganeso

3.4 Hierro

3.5 Cobalto

3.6 Níquel

3.7 Cobre



Tema 4: METODOLOGÍA Y TÉCNICAS EXPERIMENTALES USADAS EN QUÍMICA BIOINORGÁNICA.

4.1-Posibilidades de enfoque de la investigación en Química Bioinorgánica.

4.2-Breve Introducción de los distintos métodos usados en la caracterización de compuestos modelo con ligandos biológicos y similares.

## **Bloque II QUÍMICA BIOINORGÁNICA DE ALGUNOS SISTEMAS BIOLÓGICOS**

Tema 5: QUÍMICA BIOINORGÁNICA DEL OXÍGENO.

5.1 Aspectos generales.

5.2 Activación del Oxígeno.

5.3 Oxidación biológica.

5.4 Transporte y Almacenamiento del dioxígeno.

Tema 6: QUÍMICA BIOINORGÁNICA DEL HIERRO.

6.1 Aspectos generales.

6.2 Proteínas de hierro que contienen grupos hemo

6.3 Proteínas de hierro/azufre

6.4 Sistemas conteniendo unidades Fe-O-Fe.

6.5 Metabolismo del hierro.

Tema 7: QUÍMICA BIOINORGÁNICA DEL COBRE.

7.1 Aspectos generales. Cobre tipo1; Cobre tipo 2; Cobre tipo3

7.2 Oxidasas.

7.3 Transportadores de electrones.

7.4 Superóxido dismutasa (SOD)

7.5 Hemocianinas.

7.6 Metabolismo de cobre.

Tema 8: QUÍMICA BIOINORGÁNICA DEL COBALTO.

8.1 Aspectos generales.



8.2 Vitamina B12.

8.3 Metabolismo del cobalto

### **Bloque III ACCION TERAPEUTICA Y TOXICIDAD**

#### **Tema 9: COMPUESTOS ANTITUMORALES**

9.1 Cáncer. Origen y tratamiento.

9.2 Relación estructura-actividad antitumoral. Reglas empíricas.

9.3 Actividad antitumoral-reactividad frente al DNA.

9.4 Algunas consideraciones acerca de la química de coordinación del Pt.

9.5 Características estructurales del DNA. Grupos funcionales del DNA como ligando.

9.6 Modos de reacción de complejos de Pt(II) con DNA.

9.7 Otros compuestos con propiedades antitumorales.

#### **Tema 10: TOXICOLOGÍA DE ALGUNOS METALES DE TRANSICIÓN**

10.1 Generalidades.

10.2 Mecanismos de defensa y detoxificación.

10.3 Algunos contaminantes típicos.

### **TEMARIO PRÁCTICO:**

#### **Prácticas de Laboratorio**

CUADERNO Nº 1  $(AdeH_2)[Cu(HEDTA)(H_2O)] \cdot 2H_2O$

CUADERNO Nº 2  $[Cu(MIDA)(AdeH)(H_2O)] \cdot H_2O$

CUADERNO Nº 3  $[Cu(NBzIDA)(AdeH)(H_2O)] \cdot H_2O$

#### **Ejecución de las Prácticas**

Los estudiantes realizarán la síntesis, aislamiento y caracterización de uno de los tres compuestos anteriores.

El desarrollo de las prácticas se llevará a cabo mediante los siguientes pasos:

Paso1. Explicación en clase de la metodología a desarrollar en las prácticas.

Paso2. Realización durante sesión de dos horas, en laboratorio, de la síntesis del compuesto (de forma individual por cada estudiante), posteriormente el estudiante se ira pasando por el laboratorio para vigilar y controlar el aislamiento del producto.

Paso3. Caracterización de los compuestos, con todos los datos analíticos y espectroscópicos incluidos en el cuaderno. Se realizará en el aula juntamente con el profesor



## BIBLIOGRAFÍA

### A) BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL:

"QUIMICA BIOINORGÁNICA" J. S. Casas, V. Moreno, A. Sánchez, J. L. Sánchez, J. Sordo. Ed. Síntesis (2002).

"QUÍMICA BIOINORGÁNICA" Enrique Baran Ed. McGraw-Hill

"BIOINORGANIC CHEMISTRY: INORGANIC ELEMENTS IN THE CHEMISTRY OF LIFE" Wolfgang Kaim and Brigitte Schwederski. Ed. John Wiley and Sons.

"INTRODUCCION A LA QUIMICA BIOINORGANICA" M. Vallet, J. Faus, E. García-España y J. Moratal Ed. Síntesis (2003).

### B) BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

"PRINCIPLES OF BIOINORGANIC CHEMISTRY" Stephen J. Lippard and Jeremy M. Berg. Ed. University Science Books.

"BIOINORGANIC CHEMISTRY" Bertini; Gray; Lippard and Valentine. Ed. University Science Books.

"THE BIOLOGICAL CHEMISTRY OF THE ELEMENTS. THE INORGANIC CHEMISTRY OF LIFE" J.J.R. Frausto da Silva and R.J.P. Williams. Ed. Oxford University Press.

### C) ENCICLOPEDIAS Y SERIES:

"METAL IONS AND BIOLOGICAL SYSTEMS" Astrid Sigel and Helmut Sigel. Ed. Marcell Dekker.

"HANDBOOK OF THE TOXICOLOGY OF METALS" Lars Friberg; Gunnar F. Nordberg and Velimir B. Vouk. Ed. Elsevier.

"HANDBOOK OF NUCLEOBASES COMPLEXES" J. R. Lusty, P. Wearden, V. Moreno. CRC Press (vol. II)

## ENLACES RECOMENDADOS

<http://www.hindawi.com/journals/bca/>

(Bioinorganic Chemistry and Applications, open access journal)

[http://investigacion.ugr.es/ugrinvestiga/static/Buscador/\\*/grupos/ficha/FQM283](http://investigacion.ugr.es/ugrinvestiga/static/Buscador/*/grupos/ficha/FQM283)

[http://biomec.ugr.es/datos\\_inicio/](http://biomec.ugr.es/datos_inicio/)

## METODOLOGÍA DOCENTE

- Clases expositivas en las que el profesor promoverá la participación de los alumnos con preguntas, comentarios, etc.
- Lecciones expositivas de los contenidos de cada tema apoyadas en presentaciones. El material utilizado en clase, estará disponible para los alumnos al comienzo de cada tema en la plataforma prado



- Prácticas de Laboratorio con sesiones de discusión de resultados de las técnicas de aislamiento y las utilizadas en la caracterización de los compuestos utilizados.
- Las clases expositivas podrán ser presenciales, semipresenciales (escenario A) o virtuales síncronas o asíncronas (escenario B), según indicaciones de la UGR

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

Para la calificación en esa evaluación se tendrán en cuenta los siguientes instrumentos:

- Una prueba en horas de clase (o en horario acordado con estudiantes, como única fecha alternativa).
- Evaluación global al finalizar materia.
- Valoración de las prácticas (para superación de las prácticas será indispensable que el estudiante termine las prácticas, y, por tanto, (1) recoja el producto aislado en el laboratorio y (2) complete el aislamiento y la caracterización del compuesto asignado).
- La superación de cualquiera de las pruebas no se logrará sin un conocimiento uniforme y equilibrado de toda la materia

Criterios de evaluación y porcentaje sobre la calificación final:

Los criterios de evaluación se aclararán con anterioridad, en base a la corrección de exámenes (escritos). Para la calificación final de la asignatura se considerará los siguientes porcentajes:

- Nota de teoría: un 70%.
- Nota de prácticas: un 20%.
- Asistencia a clase y la realización de actividades programadas: 10%

En el caso de la **convocatoria extraordinaria**, se mantendrán los criterios generales establecidos para la convocatoria ordinaria, conservando la nota de prácticas (20%) y la nota de asistencia/actividades (10%) y realizando un nuevo examen final con un valor total del 70%, pudiendo alcanzar con el mismo el 100% de la calificación final. En el caso que el estudiante no quisiera mantener los porcentajes de evaluación continua ya mencionados (20% + 10%), deberá comunicarlo expresamente al profesor, aceptando la realización de un examen de contenidos teóricos por el 100% de la calificación final. En todo caso, si se le considerasen actividades del curso, la calificación final no podrá ser inferior a la nota conseguida en el examen teórico.

#### DESCRIPCIÓN DE LAS PRUEBAS QUE FORMARÁN PARTE DE LA EVALUACIÓN ÚNICA FINAL ESTABLECIDA EN LA "NORMATIVA DE EVALUACIÓN Y DE CALIFICACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA"

Aquellos estudiantes que no puedan acogerse por diversos motivos al plan de evaluación continua, podrán acogerse a un proceso de evaluación única final, solicitándolo al director del Departamento en las dos primeras semanas de impartición de la asignatura. Dicha evaluación consistirá en una prueba única escrita (u oral), donde se valorará los conocimientos de la materia y cuya calificación será considerada como nota final de la asignatura



## INFORMACIÓN ADICIONAL

A los estudiantes de Química Bioinorganica se les tendrá oportunamente informados de la investigación que en este campo se está realizando. En este sentido se informara de los avances presentados bianualmente en el congreso más representativo del área, a nivel europeo, el European Biological Inorganic Chemistry Conference (EUROBIC, Septiembre de 2012, los profesores de la asignatura estuvieron implicados en la organización de la 11ª Edición del mismo ([www.eurobic11.com](http://www.eurobic11.com))), así como de otras reuniones, nacionales (AEBIN) o internacionales, de naturaleza Bioinorgánica.

Para información adicional, consultar la guía docente o la página web de la Facultad de Farmacia:

<http://farmacia.ugr.es/cont.php?sec=2&pag=29>

## ESCENARIO A (ENSEÑANZA-APRENDIZAJE PRESENCIAL Y NO PRESENCIAL)

### ATENCIÓN TUTORIAL

#### HORARIO

(Según lo establecido en el POD)

Disponible en: <http://inorganica.ugr.es/>

#### HERRAMIENTAS PARA LA ATENCIÓN TUTORIAL

(Indicar medios telemáticos para la atención tutorial)

Correo electrónico, Plataforma PRADO y video conferencia GoogleMeet

### MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DOCENTE

- La proporción entre clases virtuales y presenciales dependería de las circunstancias sanitarias, se primará virtualizar las clases teóricas de grupo amplio y la presencialidad en la impartición de seminarios y prácticas. Así, el profesor asistirá al aula a la hora indicada en el POD de la Facultad. Impartirá la clase a todos los estudiantes si es posible mantener una distancia de seguridad en el aula de al menos 1,5 metros. Solo en el caso de que no sea posible, desde la secretaría se dividirán los grupos amplios y se impartirá docencia presencial en semanas alternas a cada subgrupo mientras el otro recibirá la docencia via streaming.
- Los estudiantes recibirán sesiones de prácticas virtuales y presenciales, nunca superando el aforo establecido para dichos laboratorios. Todos los estudiantes recibirán las mismas sesiones virtuales (prelab, postlab) y sesiones presenciales de prácticas por semana.
- Las clases virtuales se impartirán utilizando las plataformas Google Meet o las que dicte la UGR en su momento. Se primará la impartición síncrona, aunque las circunstancias sanitarias (enfermedad del profesor o familiar, conciliación familiar...) podrían imponer un escenario asíncrono a través Google drive y se complementarían con actuaciones de seguimiento y retorno formativo específicas para ese fin (tutorías, tareas, entregas...).
- Las plataformas descritas (Prado, Google Meet, Consigna UGR, Google Drive a través de cuenta @go.ugr, correo institucional...) son las actualmente autorizadas por la UGR. Podrían verse modificadas si las instrucciones de la UGR al respecto cambiasen durante el curso.
- Como medida adicional, se prestaría especial atención en facilitar material docente a los estudiantes a través de la plataforma Prado, Consigna UGR y/o Google Drive.  
Las prácticas se realizaran guardando el correspondiente distanciamiento en el laboratorio y medidas de seguridad, se harán de forma individual y si fuese necesario se usara video explicativo



## MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA EVALUACIÓN (Instrumentos, criterios y porcentajes sobre la calificación final)

### Convocatoria Ordinaria

- La evaluación se realizará según lo indicado en el correspondiente apartado general sobre criterios de evaluación y porcentaje sobre la calificación final:
  - Nota de teoría: un 70%.
  - Nota de prácticas: un 20%.
  - Asistencia a clase (presenciales u on-line) y la realización de actividades programadas: 10%
- Los exámenes serán presenciales, si el número de alumnos matriculados lo permite según las normativas de seguridad indicadas por las autoridades. Si esto no es posible, la evaluación será virtual y se realizará utilizando la plataforma PRADO EXAMEN y/o el servicio de video conferencia de GoogleMeet..
- Los criterios de evaluación y porcentajes serán los establecidos anteriormente.

### Convocatoria Extraordinaria

- La evaluación se realizará según lo indicado en la convocatoria ordinaria, con exámenes presenciales, si el número de alumnos matriculados lo permite según las normativas de seguridad indicadas por las autoridades. Si esto no es posible, la evaluación se realizará utilizando la plataforma PRADO EXAMEN y/o el servicio de video conferencia de GoogleMeet..

### Evaluación Única Final

La evaluación única se considerará lo establecido anteriormente, será presencial si las circunstancias lo permitiesen o virtual utilizando la plataforma PRADOEXAMEN y/o el servicio de video conferencia de GoogleMeet, siempre siguiendo las instrucciones que dicte la UGR al respecto.

## ESCENARIO B (SUSPENSIÓN DE LA ACTIVIDAD PRESENCIAL)

### ATENCIÓN TUTORIAL

#### HORARIO

(Según lo establecido en el POD)

Disponible en: <http://inorganica.ugr.es/>

#### HERRAMIENTAS PARA LA ATENCIÓN TUTORIAL

(Indicar medios telemáticos para la atención tutorial)

Correo electrónico, Plataforma PRADO y video conferencia GoogleMeet

### MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DOCENTE

- Todas las clases serían virtuales. Se impartirán utilizando las plataformas Google Meet o las que dicte la UGR en su momento. Se primará la impartición síncrona, aunque las circunstancias sanitarias (enfermedad del profesor o familiar, conciliación familiar...) podrían imponer un escenario asíncrono a través de Google drive y se complementarían con actuaciones de seguimiento y retorno formativo específicas para ese fin (tutorías, tareas, entregas...)
- Las plataformas descritas (Prado, Prado Examen, Google Meet, Google Drive a través de cuenta @go.ugr, correo institucional...) son las actualmente autorizadas por la UGR. Podrían verse modificadas si las instrucciones de la UGR al respecto cambiasen durante el curso.



- Como medida adicional, se prestaría especial atención en facilitar material docente a los estudiantes a través de la plataforma Prado, Consigna UGR y/o Google Drive

### **MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA EVALUACIÓN (Instrumentos, criterios y porcentajes sobre la calificación final)**

#### **Convocatoria Ordinaria**

- Los exámenes se realizarán utilizando la plataforma PRADO EXAMEN y/o el servicio de video conferencia de GoogleMeet..
- Con objeto de cumplir la vigente Normativa de evaluación y de calificación de los estudiantes de la UGR en su artículo 9 referente a la evaluación continua, (9.1 y 9.2), se establece la siguiente combinación de elementos de evaluación con sus correspondientes ponderaciones siempre que la docencia no se pueda realizar de forma presencial:
  - En la convocatoria ordinaria de tipo on-line esta previsto hacer una prueba escrita (en dos partes) a través de la plataforma PRADO. La nota de esa prueba constituiría el 60% de la nota final de la asignatura.
  - Un 20% de la nota lo constituirá la prueba que se realizará de las prácticas (por presentación con audioguía)
  - El restante 20% lo conformaran los ejercicios y resúmenes entregados, autopruebas y asistencia online a videoclases

#### **Convocatoria Extraordinaria**

- La evaluación se realizará según lo indicado en la convocatoria ordinaria.
- Los exámenes se realizarán utilizando la plataforma PRADO EXAMEN y/o el servicio de video conferencia de GoogleMeet..

#### **Evaluación Única Final**

- Se tendrá en cuenta lo señalado en el apartado general correspondiente y las pruebas se realizarán de forma virtual a través de PRADO EXAMEN y/o GoogleMeet

