

MÓDULO	MATERIA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
Biomedicina Molecular	<b>BIOINORGANICA</b>	3º	5º	6	Optativa
PROFESORES <sup>(1)</sup>			DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS		
<b>José Manuel DOMINGUEZ VERA</b>			Dpto. de Química Inorgánica Facultad de Ciencias. Despacho nº 9. Tfno.: 958248097 Correo electrónico: <a href="mailto:josema@ugr.es">josema@ugr.es</a>		
			HORARIO DE TUTORÍAS Y/O ENLACE A LA PÁGINA WEB DONDE PUEDAN CONSULTARSE LOS HORARIOS DE TUTORÍAS <sup>(1)</sup>		
			Véase pág web del Departamento <a href="http://inorganica.ugr.es/">http://inorganica.ugr.es/</a>		
GRADO EN EL QUE SE IMPARTE			OTROS GRADOS A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR		
Grado en Bioquímica					
PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede)					
Tener cursada la asignatura Química General					
BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL GRADO)					
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistemas biológicos para la captura, transporte y almacenamiento de iones metálicos.</li> <li>- Sistemas biológicos para la captura y almacenamiento de oxígeno.</li> <li>- Sistemas biológicos para el transporte de electrones.</li> <li>- Uso de metales en medicina: diagnóstico y terapia</li> <li>- Nuevas estrategias nanotecnológicas de acción metaloterapéutica</li> </ul>					
COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS					

<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/>!)

Competencias básicas/generales:

- CB2.- Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio.
- CB4 Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado
- CB5 Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía
- CG2.- Saber aplicar los conocimientos en Bioquímica y Biología Molecular al mundo profesional, especialmente en las áreas de investigación y docencia, y de actividades biosanitarias, incluyendo la capacidad de resolución de cuestiones y problemas en el ámbito de las Biociencias Moleculares utilizando el método científico.
- CG4.- Saber transmitir información, ideas, problemas y soluciones dentro del área de la Bioquímica y Biología Molecular, incluyendo la capacidad de comunicar aspectos fundamentales de su actividad profesional a otros profesionales de su área, o de áreas afines, y a un público no especializado
- CG5.- Haber desarrollado las habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores de especialización con un alto grado de autonomía, incluyendo la capacidad de asimilación de las distintas innovaciones científicas y tecnológicas que se vayan produciendo en el ámbito de las Biociencias Moleculares.

Competencias transversales:

- CT1.- Adquirir la capacidad de razonamiento crítico y autocrítico.
- CT2.- Saber trabajar en equipo de forma colaborativa y con responsabilidad compartida.
- CT4.- Tener capacidad de aprendizaje y trabajo autónomo.
- CT5.- Saber aplicar los principios del método científico.
- CT6.- Saber reconocer y analizar un problema, identificando sus componentes esenciales, y planear una estrategia científica para resolverlo.
- CT7.- Saber utilizar las herramientas informáticas básicas para la comunicación, la búsqueda de información, y el tratamiento de datos en su actividad profesional.
- CT8.- Saber leer de textos científicos en inglés.
- CT9.- Saber comunicar información científica de manera clara y eficaz, incluyendo la capacidad de presentar un trabajo, de forma oral y escrita, a una audiencia profesional, y la de entender el lenguaje y propuestas de otros especialistas.

Competencias específicas:

- CE1.- Entender las bases físicas y químicas de los procesos biológicos, así como las principales herramientas físicas, químicas y matemáticas utilizadas para investigarlos.
- CE3.- Comprender los principios básicos que determinan la estructura molecular y la reactividad química de las biomoléculas sencillas.
- CE4.- Comprender los principios que determinan la estructura de las macromoléculas biológicas (incluyendo proteínas y ácidos nucleicos), así como de los complejos supramoleculares biológicos, y ser capaz de explicar las relaciones entre la estructura y la función.
- CE5.- Comprender los principios químicos y termodinámicos del reconocimiento molecular y de la biocatálisis, así como el papel de los enzimas y otras proteínas en determinar el funcionamiento de las células y organismos.
- CE17.- Conocer los principales métodos para el ensayo de la actividad biológica de los componentes celulares, en especial de los enzimas, tanto in vitro como in vivo.
- CE21.- Poseer las habilidades "cuantitativas" para el trabajo en el laboratorio bioquímico, incluyendo la capacidad de preparar reactivos para experimentos de manera exacta y reproducible.

OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)

- Que el alumno comprenda que los iones metálicos desempeñan funciones cruciales para el desarrollo de la vida.
- Que adquiera conocimientos generales de la Química de la Coordinación que involucra los mecanismos de



- actuación de los iones metálicos en los sistemas biológicos.
- Que conozca los procesos globales de captación, transporte y almacenamiento los iones metálicos que los sistemas vivos requieren.
  - Que conozca en profundidad la estructura y mecanismos de actuación de las metaloproteínas hemoglobina y mioglobina involucradas en el transporte y almacenamiento de oxígeno.
  - Que conozca los procesos redox más importantes que tienen lugar en los sistemas vivos y las metaloproteínas que llevan a cabo dichos procesos: proteínas “blue copper”, proteínas “iron-sulfur” y citocromos.
  - Que el alumno sea capaz, a partir de los conocimientos adquiridos en el transcurso del curso, de comprender como un buen número de fármacos están basados en los contenidos de esta asignatura. Que comprenda que una parte de la Medicina se fundamenta en la Química Bioinorgánica.
  - Que adquiera conocimientos básicos de la Nanomedicina y que comprenda todo su potencial.

#### TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

TEMARIO TEÓRICO: ( ECTS/ hs): 1.2/30

- Tema 1. Iones metálicos y la vida.
- Tema 2. Captura, transporte y almacenamiento de iones metálicos en los sistemas vivos.
- Tema 3. Transporte y almacenamiento de oxígeno en los sistemas vivos.
- Tema 4. Transferencia electrónica en los sistemas vivos.
- Tema 5. Metales en Medicina.

Seminarios/Exposición de trabajos/tutorías ( ECTS/ hs): 0.12+0.12/6

- Biomineralización.
- Bioinorgánica en problemas de salud de gran impacto social.

Prácticas de Laboratorio y resolución de casos prácticos ( ECTS/ hs): 0,84/21

- Práctica 1: MIOGLOBINA. Determinación de contenido de mioglobina en carnes.
- Práctica 2: FERRITINA. Síntesis de apoferritina a partir de ferritina y determinación del número de átomos de hierro por ferritina.

#### BIBLIOGRAFÍA

##### BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL:

- Biological Inorganic Chemistry, A New Introduction to Molecular Structure and Function, R.R. Crichton, Elsevier, 2012
- Concepts and Models in Bioinorganic Chemistry, H.-B. Kraatz, N. Metzler-Nolte, Wiley-VCH, 2006
- Biological Inorganic Chemistry, Structure & Reactivity, I. Bertini, H.B. Gray, E.I. Stiefel, J.S. Valentine, University Science Books, California 2007.
- Bioinorganic Medicinal Chemistry, E. Alessio, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, Germany 2011.
- Medicinal Chemistry, An Introduction, G. Thomas, John Wiley & Sons, Ltd, England 2000
- Química Bioinorgánica, J.S. Casas, V. Moreno, A. Sánchez, J.L. Sánchez, J. Sordo, Editorial Síntesis, Madrid 2002
- Introducción a la Química Bioinorgánica, M. Vallet, J. Faus, E. García-España, J. Moratal, Editorial Síntesis, Madrid 2003.

##### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

- Iron Chemistry at the service of life, IUBMB Life, 2017, Vol: 69, Pages: 365–372. Dominguez-Vera et al.
- Ferritin iron uptake and release in the presence of metals and metalloproteins: Chemical implications in the brain. Coordination Chemistry Reviews 2013, 257, 2752-2764. Dominguez-Vera et al.
- Iron and copper metabolism. Molecular Aspects of Medicine 26 (2005) 313–327. M. Arredondo and M.T. Núñez.



- Nanomaterials and Nanosystems for Biomedical Applications. Springer 2007. Reza Mozafari.

#### ENLACES RECOMENDADOS

<http://www.bioiron.org>

Esta web incluye todos los acontecimientos y novedades en relación a la química bioinorgánica del hierro.

<https://www.aebin.es>

Esta web incluye todos los acontecimientos y novedades en relación a la química bioinorgánica a nivel nacional.

#### METODOLOGÍA DOCENTE

Clases de teoría y casos prácticos. Clases magistrales apoyadas con elementos multimedia (presentaciones Powerpoint, contenidos multimedia...) y complementadas con discusiones con los estudiantes. Se explicarán los conceptos básicos de la asignatura y se aplicarán dichos conocimientos a la solución de problemas reales, básicamente en problemas médicos de actualidad.

Las clases tratarán de fomentar el interés por la materia, dando énfasis a los aspectos que puedan resultar más interesantes para el estudiante e incidiendo en la consecución de los objetivos.

Competencias que desarrolla:

Adquirir la capacidad de razonamiento crítico y autocrítico.

Saber aplicar los principios del método científico.

Entender las bases químicas de los procesos biológicos que involucran a metales.

Clases prácticas de laboratorio .

Se incluye enseñanza práctica en el manejo de las técnicas de instrumentación de Bioinorgánica aplicadas a la caracterización y estudio de centros activos de algunas metaloproteínas.

Competencias que desarrolla:

Adquirir la capacidad de razonamiento crítico y autocrítico.

Saber trabajar en equipo de forma colaborativa y con responsabilidad compartida.

Tener capacidad de aprendizaje y trabajo autónomo.

Saber aplicar los principios del método científico.

Seminarios y exposición de trabajos.

Clases en las que los estudiantes presentan y discuten sobre contenidos del programa teórico con un eminente marcado práctico. Para desarrollar esta actividad, los estudiantes deberán trabajar previamente de forma individual y, después, en grupo para su discusión con profesor en horario de tutorías personalizadas o en grupo. Estas actividades servirán para fomentar que el estudiante desarrolle la capacidad de aprendizaje autónomo, se habitúe a consultar la bibliografía y trabaje los conceptos de la asignatura.

La preparación en grupo y defensa de las exposiciones (mediante presentaciones en PowerPoint o equivalente) desarrolla las habilidades de trabajo en equipo y de comunicación.

Competencias que desarrolla:

Adquirir la capacidad de razonamiento crítico y autocrítico.

Saber trabajar en equipo de forma colaborativa y con responsabilidad compartida.

Saber utilizar las herramientas informáticas básicas para la comunicación, la búsqueda de información, y el tratamiento de datos en su actividad. profesional.

Desarrollar el carácter innovador y emprendedor.

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



• **Evaluación ordinaria:**

**Una prueba global: 65%**

Se evaluarán las competencias específicas CE3, CE4 y CE5.

• **Prácticas 15%.**

Se evaluará la comprensión de los aspectos esenciales. Se evaluará la actitud del alumno en el trabajo en grupo, su disposición al trabajo y su capacidad de colaborar para resolver problemas. La asistencia a las clases prácticas es obligatoria.

• **Seminarios 20%.**

Asistencia y participación en seminarios.

Se evaluarán conocimientos, capacidad de comunicación, claridad de la presentación, trabajo en equipo, participación activa, espíritu innovador y emprendedor y bibliografía utilizada.

• **Evaluación extraordinaria:**

En la convocatoria extraordinaria, y para garantizar el poder alcanzar el 100% de la calificación final, se realizará un examen escrito de teoría (80 % de la nota final) y una prueba relativa a las prácticas de laboratorio (20% de la nota final)

De acuerdo con la Normativa de evaluación y de calificación de los estudiantes de la Universidad de Granada (aprobada por Acuerdo del Consejo de Gobierno 10 de febrero de 2012, y modificada por Acuerdo del Consejo de Gobierno 26 de octubre de 2016) la evaluación será preferentemente continua, es decir la evaluación diversificada establecida en las Guía Docente. No obstante, se contempla la realización de una evaluación única final a la que podrán acogerse aquellos estudiantes que no puedan cumplir con el método de evaluación continua por motivos laborales, estado de salud, discapacidad o cualquier otra causa debidamente justificada que les impida seguir el régimen de evaluación continua.

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 sistema de evaluación continua, podrán someterse a un proceso de evaluación única final (20 Enero de 2021), solicitándolo al Director del Departamento de Química Inorgánica durante las dos primeras semanas de impartición de la asignatura. La evaluación se realizará a partir de la calificación obtenida en una prueba escrita (programa teórico-práctico) de preguntas cortas.

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

ATENCIÓN TUTORIAL

HORARIO

(Según lo establecido en el POD)

HERRAMIENTAS PARA LA ATENCIÓN TUTORIAL

(Indicar medios telemáticos para la atención tutorial)

Pulse el siguiente enlace para consultar lugar y horario de tutorías:

<http://inorganica.ugr.es/pages/tutoriasQI2021/>

En escenario semipresencial, salvo excepciones, se atenderán las tutorías por videoconferencia (Google Meet) o correo electrónico oficial. Las tutorías individuales tendrán lugar previa petición del estudiante. El profesor podrá proponer tutorías grupales, obligatorias u optativas, si lo estima oportuno



como herramienta de retorno formativo en caso de que hubiera que impartir clases virtuales en modo asíncrono.

#### MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DOCENTE

La proporción entre clases virtuales y presenciales dependería del centro y circunstancias sanitarias, se primará virtualizar las clases teóricas de grupo grande y la presencialidad en la impartición de seminarios y prácticas. No obstante, se ajustará la presencialidad a las indicaciones actualmente autorizadas de la UGR para los cursos de primero de grado. Se primará la impartición síncrona, aunque las circunstancias sanitarias (enfermedad del profesor o familiar, conciliación familiar...) podrían imponer un escenario asíncrono que se complementarían con actuaciones de seguimiento (tutorías, tareas, entregas...).

- **1) Clases de teoría:** Las clases de teoría se impartirán de forma síncrona/presencial en el horario establecido en la asignatura utilizando las plataformas Google Meet. 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.
- **2) Seminarios:** Se realizarán de forma de síncrona/no presencial utilizando la plataforma Google Meet. 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..
- **Prácticas de laboratorio:** Se llevarán a cabo de forma presencial en el horario establecido en la asignatura utilizando los laboratorios de Química Inorgánica cumpliendo los protocolos de seguridad establecidos por la ugr.

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

- **Teoría**  
Los estudiantes deberán examinarse de los contenidos de teoría de toda la asignatura en el **examen final ordinario**, cuya fecha vendrá fijada por la Facultad de Ciencias, y estará dentro de los períodos de pruebas finales aprobados por el Consejo de Gobierno de la UGR. Se llevaría a cabo examen a través de la plataforma recomendada por la ugr.  
Porcentaje sobre calificación final: 65%
- **Clases prácticas de laboratorio.**  
Se evaluará la asistencia, actitud en el laboratorio, el orden, grado de interés y la destreza operativa. Además, los conocimientos adquiridos se valorarán en una prueba escrita que se realizará una vez finalizadas las sesiones virtuales.  
Si no fuera posible la presencialidad, la parte práctica, en su caso, se sustituiría por prácticas virtuales y/o actividades alternativas.  
Porcentaje sobre calificación final: 20%
- **Seminarios.**  
Se evaluará la presentación, el rigor y la capacidad divulgativa de los diferentes seminarios de exposición que realice el alumno.



<p>Porcentaje sobre calificación final: 15%</p> <p>Todos los seminarios se plantearían a través de la plataforma Prado Examen, Google Meet, siempre siguiendo las instrucciones que dictase la UGR en su momento.</p>	
Convocatoria Extraordinaria	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siempre que sea posible, se realizará una prueba escrita presencial de conocimientos teóricos y prácticos en los que los estudiantes tendrán que demostrar las competencias adquiridas. La prueba se realizará en un día y franja horaria de acuerdo con el calendario oficial de exámenes. Si no fuese posible, la prueba se plantearía a través de la plataforma Prado Examen, siempre siguiendo las instrucciones que dictase la UGR en su momento.</li> <li>• Criterios de evaluación: los mismos que en la ordinaria.</li> <li>• Porcentaje sobre calificación final: 100%</li> </ul>	
Evaluación Única Final	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La evaluación consistiría en un examen oral individual en modo presencial. La puntuación obtenida en este examen constituirá el 100% de la calificación otorgada siguiendo este tipo de evaluación y consistirá: En un examen oral individual de teoría (80% de la calificación final), una parte práctica (20% de la calificación final), que se evaluaría a través de la elaboración de un informe de proyecto, que sería previamente entregado por email oficial.</li> </ul> <p>La prueba se realizará en modo presencial. Si no fuese posible, se llevaría a cabo a través de la plataforma PRADO, Google Meet, siempre siguiendo las instrucciones que se dicten al respecto por la UGR.</p>	
<b>ESCENARIO B (SUSPENSIÓN DE LA ACTIVIDAD PRESENCIAL)</b>	
ATENCIÓN TUTORIAL	
HORARIO (Según lo establecido en el POD)	HERRAMIENTAS PARA LA ATENCIÓN TUTORIAL (Indicar medios telemáticos para la atención tutorial)
Pulse el siguiente enlace para consultar lugar y horario de tutorías: <a href="http://inorganica.ugr.es/">http://inorganica.ugr.es/</a>	En escenario B, se atenderán las tutorías por videoconferencia (Google Meet) o correo electrónico oficial. Las tutorías individuales tendrán lugar previa petición del estudiante. El profesor podrá proponer tutorías grupales, obligatorias u optativas, si lo estima oportuno como herramienta de retorno formativo en caso de que hubiera que impartir clases virtuales en modo asíncrono.
MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DOCENTE	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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...)</li> <li>• 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</li> </ul>	





<p>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.</p>
<p><b>MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA EVALUACIÓN (Instrumentos, criterios y porcentajes sobre la calificación final)</b></p>
<p>Convocatoria Ordinaria</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li> <p><b>Teoría</b> Los estudiantes deberán examinarse de los contenidos de teoría de toda la asignatura en el <b>examen final ordinario</b>, cuya fecha vendrá fijada por la Facultad de Ciencias, y estará dentro de los períodos de pruebas finales aprobados por el Consejo de Gobierno de la UGR Se llevaría a cabo examen a través de la plataforma recomendada por la ugr. Porcentaje sobre calificación final: 80%</p> </li> <li> <p><b>Prácticas de laboratorio.</b> La parte práctica, en su caso, se sustituiría por prácticas virtuales y una actividad alternativa, en particular la actividad práctica “juguemos a crear una empresa” Se evaluará la elaboración de un proyecto de empresa sobre el conocimiento práctico y aplicado de la asignatura. Este informe será presentado por los diferentes grupos (grupos pequeños) mediante la plataforma Google Meet. Porcentaje sobre calificación final: 20%</p> </li> </ul>
<p>Convocatoria Extraordinaria</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li> <p>En el caso de la <b>convocatoria extraordinaria</b> y con el objetivo de garantizar la posibilidad de obtener el 100% de la calificación final, se realizará una prueba relativa a los contenidos de teoría (80 % de la nota final) y una prueba relativa a las prácticas de laboratorio (20% de la nota final). Esta última parte consistirá en un informe escrito enviado previamente a la fecha de la prueba de teoría por email oficial.</p> </li> </ul>
<p>Evaluación Única Final</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li> <p>La evaluación consistiría en un examen oral individual en modo no presencial. La puntuación obtenida en este examen constituirá el 100% de la calificación otorgada siguiendo este tipo de evaluación y consistirá:</p> </li> <li> <p>En un examen oral individual de teoría (70% de la calificación final) y una parte práctica (20% de la calificación final). Esta última parte consistirá en un informe escrito enviado previamente a la fecha de la prueba de teoría por email oficial.</p> </li> </ul>
<p>INFORMACIÓN ADICIONAL (Si procede)</p>
<p>Siguiendo las recomendaciones de la CRUE y del Secretariado de Inclusión y Diversidad de la UGR, los sistemas de adquisición y de evaluación de competencias recogidos en esta guía docente se aplicarán conforme al principio de diseño para todas las personas, facilitando el aprendizaje y la demostración de conocimientos de acuerdo a las necesidades y la diversidad funcional del alumnado.</p>

