

Curso
2026/2027

Guía Docente:

BIOINORGÁNICA



FACULTAD DE
CIENCIAS QUÍMICAS

1. IDENTIFICACIÓN

Titulación	Grado en Química		Código	801504	
Asignatura	Bioinorgánica		ECTS	6	
Materia	Química Inorgánica Avanzada				
Módulo	Avanzado				
Carácter	Optativo	Curso	Cuarto	Semestre	Primero
Departamento responsable	Química Inorgánica				

Profesores responsables

Actividad	Profesor	Email	Despacho
Tª/S/Tut.	María del Carmen Torralba Martínez	torralba@ucm.es	QA-138

2. OBJETIVOS

Objetivo General

Se pretende que el alumnado adquiera los conocimientos adecuados que le permitan conocer los elementos esenciales para la vida y las diversas funciones que las especies inorgánicas puedan realizar en los sistemas biológicos.

Objetivos específicos

- Reconocer los elementos químicos esenciales para la vida.
- Describir las principales funciones que los elementos metálicos y no metálicos realizan en los sistemas biológicos.
- Aplicar las bases metodológicas de la química inorgánica, en general, y de la química de coordinación, en particular, para estudiar las metalobiomoléculas y sus funciones.
- Explicar las aplicaciones biomédicas y farmacológicas de especies inorgánicas.
- Reconocer la importancia de la Química Bioinorgánica para otras ramas de la Ciencia y la Tecnología.

3. CONOCIMIENTOS PREVIOS Y RECOMENDACIONES

Conocimientos previos

Conocimiento de la química inorgánica: estructura, enlace, propiedades y reactividad de los diferentes elementos y compuestos inorgánicos. Conocimientos de biología relacionados con los procesos metabólicos de los seres vivos y de las principales biomoléculas (proteínas y ácidos nucleicos).

Recomendaciones

Se recomienda haber superado las materias *Química Inorgánica* y *Biología*.

Es recomendable que el estudiante tenga un nivel básico de inglés que le permita manejar bibliografía en inglés, realizar búsqueda de información, y comunicar por escrito y oralmente en ese idioma.

4. CONTENIDOS

Breve descripción de los contenidos

Panorámica de la Química Bioinorgánica. Los elementos químicos de la vida. Biodisponibilidad. Ligandos biológicos. Complejos metal-biomolécula. Los elementos metálicos del bloque s (Na, K, Ca, Mg) en los seres vivos. Los elementos metálicos del bloque d (Fe, Cu, Mn, Mo, Co, Zn) en los seres vivos. Papel biológico de los no metales. Biominales. Aplicaciones biomédicas y farmacológicas de especies inorgánicas.

Programa

TEÓRICO

Tema 1: Introducción

- Panorámica de la Química Bioinorgánica.
- Los elementos químicos en los seres vivos. Funciones de los elementos metálicos y no metálicos.
- Biodisponibilidad y captación de los elementos químicos.

Tema 2: Formación de las metalobiomoléculas

- Clasificación. Ligandos biológicos. Centros activos mono y polinucleares.
- Fuentes de energía en procesos bioquímicos.
- Modelos moleculares de estudio

Tema 3: Los elementos metálicos del bloque s en los seres vivos.

- Características de los iones metálicos alcalinos y alcalinotérreos (Na, K, Ca, Mg)
- Transporte activo y pasivo a través de la membrana
- Papel biológico del calcio
- Papel biológico del magnesio

Tema 4: Los elementos metálicos del bloque d en los seres vivos.

- Funciones de los elementos de transición (Zn, Fe, Cu, Mn, Mo, Co)
- Metaloenzimas que no participan en procesos de transferencia electrónica. Metaloenzimas de zinc.
- Transferencia electrónica. Citocromos. Centros Fe-S. Proteínas azules de cobre. Respiración celular. Nitrogenasas. Proceso fotosintético.
- Transporte y almacenamiento de hierro.
- Proteínas responsables del transporte del oxígeno molecular. Hemoglobina y mioglobina. Hemeritina. Hemocianina.
- Metaloenzimas que catalizan reacciones de transferencia de átomos de oxígeno. Mono y dioxigenasas. Oxotransferasas de molibdeno. Hidrogenasas. Reacciones de transferencia de otros grupos: coenzimas B12.
- Metaloenzimas que forman parte del mecanismo de defensa celular. Superoxidodismutasa. Catalasas y peroxidasas.

Tema 5: Introducción a la toxicología metálica.

- Toxicidad de los metales y otras especies inorgánicas.
- Mecanismos de desintoxicación.
- Prevención de la toxicidad: química verde y sostenibilidad.

Tema 6: Compuestos metálicos en terapia y diagnóstico

- Aspectos terapéuticos. Terapia a través de agentes quelantes.
- Radio-fármacos.
- Complejos de platino con actividad antitumoral. Otros ejemplos de interés.

Tema 7: Biominerales

- Tipos y funciones de los biominerales.
- Características químicas y estructurales. Procesos de formación

5. COMPETENCIAS

Generales

CG1-MA1	Reconocer y valorar los procesos químicos en la vida diaria.
CG2-MA1	Valorar la importancia de la química y su impacto en la sociedad industrial y tecnológica
CG2-MA2	Relacionar áreas interdisciplinarias en plena expansión, y tomar conciencia de la importancia que la investigación interdisciplinaria tiene en el avance de la ciencia.
CG3-MA1	Demostrar una base de conocimientos y habilidades con las que pueda continuar sus estudios en áreas especializadas de química o en áreas multidisciplinares.
CG4-MA1	Plasmear los conocimientos específicos de cada materia en el lenguaje científico universal, entendido y compartido interdisciplinariamente.
CG7-MA1	Aplicar conocimientos teóricos y prácticos a la solución de problemas en química y seleccionar el método más adecuado para resolverlos.
CG8-MA1	Valorar investigaciones y estudios detallados en el campo de la química.

Específicas

CE9-MAQ11	Describir los elementos esenciales para la vida y las diversas funciones que las especies inorgánicas pueden realizar en los sistemas biológicos.
CE9-MAQ12	Utilizar las bases metodológicas de la química inorgánica, en general, y de la química de coordinación, en particular, para estudiar las metalobiomoléculas y sus funciones.
CE9-MAQ13	Describir los procesos de formación de los biominerales.
CE9-MAQ14	Explicar las aplicaciones biomédicas y farmacológicas de especies inorgánicas.

Transversales

CT1-MA1	Elaborar y escribir memorias e informes de carácter científico y técnico.
CT2-MA1	Trabajar en equipo.
CT3-MA1	Aprender a tomar decisiones ante un problema real práctico.
CT4-MA1	Seleccionar el método más adecuado para resolver un problema planteado
CT5-MA1	Consultar, utilizar y analizar cualquier fuente bibliográfica.
CT5-MA2	Manejar bibliografía y bases de datos especializados, y de recursos accesibles a través de Internet.



CT7-MA1	Usar programas informáticos que sirvan, en el mundo de la Química, para calcular, diseñar, simular, aproximar y predecir.
CT8-MA1	Comunicarse en español utilizando los medios audiovisuales más habituales
CT11-MA1	Desarrollar trabajo autónomo.
CT12-MA1	Desarrollar sensibilidad hacia temas medioambientales y preservación del medioambiente.

6. RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Al acabar la asignatura el alumnado debería ser capaz de:

1. Reconocer los elementos químicos esenciales para la vida.
2. Reconocer las biomoléculas más importantes.
3. Describir las funciones que los iones metálicos pueden realizar en los sistemas biológicos.
4. Describir las características de los metalobiositios.
5. Reconocer la importancia de los sistemas modelo en el estudio de los sistemas biológicos, que puedan ayudar a diseñar procesos químicos más sostenibles
6. Identificar las funciones que los no metales llevan a cabo en los seres vivos.
7. Aplicar los conceptos de la química de la coordinación para el conocimiento de las metalobiomoléculas y sus funciones.
8. Identificar los biominerales más importantes en los seres vivos y conocer los procesos de su formación.
9. Identificar los elementos tóxicos para los sistemas biológicos y su posible eliminación.
10. Conocer las especies inorgánicas en las aplicaciones biomédicas y farmacológicas.

7. HORAS DE TRABAJO Y DISTRIBUCIÓN POR ACTIVIDAD

Actividad	Presencial (horas)	Trabajo autónomo (horas)	Créditos
Clases teóricas	37,5	52,5	3,5
Seminarios (teoría)	15	15	1,2
Tutorías	2	13	0,6
Trabajos dirigidos y exámenes	8	7	0,6
Total	62,5	87,5	6

8. METODOLOGÍA

La práctica docente seguirá una metodología mixta basada en el aprendizaje cooperativo, el aprendizaje colaborativo y el autoaprendizaje. La asignatura se desarrolla durante el primer semestre del cuarto curso del Grado. Las actividades presenciales de la asignatura se estructuran en **clases expositivas o magistrales de teoría, clases de seminario, tutorías y actividades dirigidas.**

Las **clases de teoría** (2,5 horas/semana) serán expositivas y, en ellas, el profesorado presentará de forma ordenada los conceptos teóricos y hechos experimentales que permitan al alumnado obtener una visión global y comprensiva de la asignatura, haciendo énfasis en aquellos aspectos

más relevantes. Al comienzo de cada tema se expondrá su contenido y los objetivos principales que se pretenden alcanzar. Al final del tema se podrán sugerir nuevas propuestas que permitan interrelacionar contenidos ya estudiados con los del resto de la asignatura o con otras asignaturas. Como apoyo a las explicaciones teóricas, se proporcionará al alumnado el material docente apropiado a través del **Campus Virtual**.

Las **clases de seminarios** (1 hora/semana) tendrán como objetivo aplicar los conocimientos adquiridos a la resolución de un conjunto de cuestiones. Estos seminarios se emplearán también para explicar los últimos avances sobre el tema que se esté desarrollando.

Se podrán realizar **exámenes cortos o plantear resolución de cuestiones** para valorar la evolución del alumnado y el grado de consecución de conocimientos que van adquiriendo.

Con el objeto de realizar un seguimiento más personalizado del alumnado, y potenciar el trabajo autónomo en grupo, se propondrán una serie de **actividades dirigidas**.

El alumnado se organizará en grupos para preparar un **trabajo** breve, relacionado con los contenidos de la asignatura, por ejemplo, sobre el papel biológico de los elementos no metálicos, o con los últimos avances dentro de esta área, como, por ejemplo, en la fotosíntesis artificial o en las especies inorgánicas empleadas en terapia y diagnóstico. Ello permitirá que el alumnado ponga en práctica sus capacidades en la obtención de información, empleando la bibliografía o recursos adecuados, lo que también permitirá desarrollar sus habilidades relacionadas con las tecnologías de la información. En la elaboración y presentación de los trabajos se ejercitará la capacidad de explicar, esquematizar y comunicar. Este trabajo se entregará a los docentes responsables de la asignatura junto con una presentación gráfica en la que se esquematicen los puntos más relevantes del tema elegido. Esta presentación estará disponible en el **Campus Virtual** para ser analizada críticamente.

El profesorado programará **tutorías dirigidas** (2 horas/semestre) en grupos reducidos de estudiantes sobre cuestiones planteadas, por estudiantes o profesorado, relacionadas con el temario de la asignatura. Ellas servirán para conocer las capacidades del alumnado en la adquisición de conocimientos y competencias de la materia, así como para el asesoramiento en la realización de las diferentes actividades propuestas en el desarrollo de la asignatura. También se dispone de la posibilidad de utilizar las **tutorías individuales** (programadas dentro de la actividad docente del profesorado) con el fin de resolver dudas, cuestiones, etc., u otros aspectos relacionados con la asignatura.

Asimismo, se podrán organizar **otras actividades complementarias y evaluables**, como conferencias de ponentes expertos en temas relaciones con la asignatura.

9. BIBLIOGRAFÍA

Básica

Al principio de curso se comentará la bibliografía recomendada, indicando los aspectos más relevantes de cada texto y el grado de adecuación a la asignatura. A continuación, se relacionan textos recomendados de carácter general.

- W. Kaim, B. Schwederski, “*Bioinorganic Chemistry: Inorganic Elements in the Chemistry of Life. An Introduction and Guide*”. Wiley, 2ª Edition, Chichester, 2013.
- E. Crabb y E. Moore: “*Metals and Life*”. Royal Society of Chemistry, Cambridge, 2010.
- M. Vallet, J. Faus, E. García-España y J. Moratal: “*Introducción a la Química Bioinorgánica*”. Editorial Síntesis, Madrid, 2003.
- J. S. Casas, V. Moreno, A. Sánchez, J. L. Sánchez y J. Sordo: “*Química Bioinorgánica*”. Editorial Síntesis, Madrid, 2003.

Complementaria

- J. J. R. Fraústo da Silva y R. J. P. Williams: “The Biological Chemistry of the Elements”. Oxford University Press, Oxford, 1991.
- D. E. Fenton: “Biocoordination Chemistry”. Oxford University Press, Oxford, 1995.
- P. C. Wilkins y R.G. Wilkins: “Inorganic Chemistry in Biology”. Oxford University Press, Oxford, 1997.
- S. J. Lippard y J. M. Beerg: “Principles of Bioinorganic Chemistry”. University Science Books. Mill Valley, California, 1994.
- I. Bertini (Ed.): “Bioinorganic Chemistry”. University Science Books. Mill Valley, California, 1994.
- J. A. Cowan: “Bioinorganic Chemistry. An Introduction”, VCH, 1993 (2ª Edición 1996).
- R. M. Roat-Malone, “Bioinorganic Chemistry”. Wiley 3rd Edition, Hoboken, 2020.

Además de los textos básicos y complementarios, puntualmente, se podrá recomendar al alumnado bibliografía específica para cada tema.

10. EVALUACIÓN

Para poder acceder a la evaluación final es un requisito la participación, al menos en el 70%, de las diferentes actividades propuestas. Es **obligatorio** asistir a todas las **tutorías** dirigidas.

La calificación final resultará de la media ponderada de las actividades evaluables. No obstante, para superar la asignatura será necesario alcanzar la nota mínima establecida en cada una de ellas. En caso de no cumplirse este requisito, la calificación final será la media ponderada obtenida, con un máximo de 4,5 sobre 10.

Las calificaciones de las actividades previstas para la evaluación de la asignatura (examen parcial, tutorías, entrega de cuestiones, controles...) se comunicarán al alumnado con la antelación suficiente antes de la realización del examen final, para que puedan planificar adecuadamente el estudio de esta u otras asignaturas.

En especial, las notas de los exámenes parciales se comunicarán en un plazo máximo de 20 días, salvo en el caso del segundo parcial, en el que el plazo puede ser menor para adaptarse al examen final.

En todo caso, se respetará el plazo mínimo de siete días entre la publicación de las calificaciones y la fecha del examen final de la asignatura.

❖ EXÁMENES: 70%

La evaluación de las competencias adquiridas (CG1-MA1, CG2-MA1, CG2-MA2, CG3-MA1, CG4-MA1, CG7-MA1, CE9-MAQI1, CE9-MAQI2, CE9-MAQI3, CE9-MAQI4, CT3-MA1, CT4-MA1) se llevará a cabo mediante la realización de un examen parcial (liberatorio, únicamente en la convocatoria ordinaria, si la nota es igual o mayor a 5) y un examen final. Para aprobar por parciales es necesario obtener una nota mínima igual o superior a 5 en cada uno de ellos. En la convocatoria extraordinaria se realizará un único examen final de todo el temario. Será necesario obtener una puntuación mínima de 5,0 en el examen final (ambas convocatorias).

❖ TRABAJO PERSONAL: 20%

La evaluación del trabajo de aprendizaje individual realizado por cada estudiante se lleva a cabo teniendo en cuenta los siguientes factores:

- Destreza en la resolución de las cuestiones propuestas.



- Valoración del trabajo en los seminarios.
- Evaluación de las tutorías programadas en grupo, de asistencia obligatoria.
- Resolución de cuestionarios tipo test o preguntas cortas realizados al final de cada bloque de contenidos de la asignatura.

La evaluación de estos aspectos permitirá conocer el grado de consecución de las competencias generales CG1-MA1, CG2-MA1, CG2-MA2, CG3-MA1, CG4-MA1, CG7-MA1, CG8-MA1, de las específicas CE9-MAQI1, CE9-MAQI2, CE9-MAQI3, CE9-MAQI4, y de las transversales CT1-MA1, CT2-MA1, CT3-MA1, CT4-MA1, CT5-MA1, CT5-MA2, CT7-MA1, CT8-MA1, CT11-MA1, CT12-MA1.

❖ **ACTIVIDADES DIRIGIDAS: 10%**

El alumnado desarrollará, en grupos reducidos, un trabajo seleccionado y relacionado con la asignatura. Cada grupo, a través de la exposición de dicho trabajo en el aula o Campus Virtual, se someterá a la evaluación del profesorado, así como a una valoración crítica del resto de estudiantes. El profesorado valorará tanto el conjunto del trabajo como la claridad de la presentación gráfica y el análisis crítico efectuado sobre los trabajos presentados por el resto de estudiantes.

La evaluación de estos aspectos permitirá conocer el grado de consecución de las competencias generales CG1-MA1, CG2-MA1, CG2-MA2, CG4-MA1, CG7-MA1, CG8-MA1, de las específicas CE9-MAQI1, CE9-MAQI2, CE9-MAQI3, CE9-MAQI4, y de las transversales CT1-MA1, CT2-MA1, CT3-MA1, CT5-MA1, CT5-MA2, CT7-MA1, CT8-MA1, CT11-MA1, CT12-MA1.

PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES - CRONOGRAMA

TEMA	ACTIVIDAD	HORAS	GRUPOS	INICIO	FIN
1. Introducción	Clases Teoría	2,5	1	1ª Semana	1ª Semana
	Seminario	1	1		
2. Formación de las metalobiomoléculas	Clases Teoría	4	1	2ª Semana	3ª Semana
	Seminario	2	1		
3. Los elementos metálicos del bloque s en los seres vivos	Clases Teoría	3,5	1	3ª Semana	4ª Semana
	Seminario	1	1		
4. Los elementos metálicos del bloque d en los seres vivos	Clases Teoría	21,5	1	5ª Semana	13ª Semana
	Seminario	9	1		
	Tutoría programada*	1	2	10ª Semana	
5. Introducción a la toxicología metálica	Clases Teoría	2	1	13ª Semana	14ª Semana
6. Compuestos metálicos en terapia y diagnóstico	Clases Teoría	1,5	1	14ª Semana	14ª Semana
	Seminario	1	1		
7. Biominerales	Clases Teoría	2,5	1	14ª Semana	15ª Semana
	Seminario	1	1		
	Tutoría programada*	1	2	14ª Semana	

* Las tutorías programadas están sujetas a posibles modificaciones según la planificación del resto de asignaturas del curso

RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES

ACTIVIDAD DOCENTE	COMPETENCIAS ASOCIADAS	ACTIVIDAD PROFESOR	ACTIVIDAD ESTUDIANTE	PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN	P	NP	TOTAL	C
Clases de teoría	CG1-MA1, CG2-MA1, CG2-MA2, -MA1, CG7-MA1, CG8-MA1 CE9-MAQI1, CE9-MAQI2, CE9-MAQI3, CE9-MAQI4 CT3-MA1, CT4-MA1, CT5-MA1, CT5-MA2, CT11-MA1, CT12-MA1	Exposición de conceptos teóricos. Planteamiento de cuestiones y nuevas propuestas.	Toma de apuntes. Resolución de cuestiones. Ampliación de los aspectos tratados. Consulta bibliográfica. Desarrollo de nuevas propuestas. Formulación de preguntas y dudas.	Calificación de las respuestas realizadas a preguntas relacionadas con los conceptos teóricos.	37,5	52,5	90	20%
Seminarios	CG1-MA1, CG2-MA1, CG3-MA1, CG2-MA2, CG7-MA1, CG8-MA1 CE9-MAQI1, CE9-MAQI2, CE9-MAQI3, CE9-MAQI4 CT3-MA1, CT4-MA1, CT5-MA1, CT5-MA2, CT7-MA1, CT8-MA1, CT11-MA1, CT12-MA1	Aplicación de la teoría a la resolución de cuestiones experimentales. Planteamientos de nuevas cuestiones.	Toma de apuntes. Resolución de cuestiones. Formulación de preguntas y dudas.	Calificación de las respuestas (planteamiento y resultado) realizadas para la resolución de cuestiones	15	15	30	
Tutorías	CG1-MA1, CG2-MA1, CG2-MA2, -MA1, CG7-MA1, CG8-MA1 CE9-MAQI1, CE9-MAQI2, CE9-MAQI3, CE9-MAQI4 CT2-MA1, CT3-MA1, CT4-MA1, CT5-MA1, CT5-MA2, CT7-MA1, CT8-MA1, CT11-MA1, CT12-MA1	Dirección y supervisión del estudio y actividades del alumno. Planteamiento de cuestiones.	Consulta al profesor sobre las dificultades que encuentra en el estudio y preparación de la materia. Resolución de las cuestiones planteadas.		2	13	15	

Actividades dirigidas	CG1-MA1, CG2-MA1, CG2-MA2, CG4-MA1, CG7-MA1, CG8-MA1 CE9-MAQI1, CE9-MAQI2, CE9-MAQI3, CE9-MAQI4 CT1-MA1, CT2-MA1, CT3-MA1, CT5-MA1, CT5-MA2, CT7-MA1, CT8-MA1, CT11-MA1, CT12-MA1	Propuesta y valoración crítica de trabajos.	Cooperación con los compañeros y análisis crítico de los trabajos de otros grupos.	Valoración del trabajo y de los análisis realizados.	2	7	9	10%
Exámenes	CG1-MA1, CG2-MA1, CG2-MA2, CG3-MA1, CG4-MA1, CG7-MA1 CE9-MAQI1, CE9-MAQI2, CE9-MAQI3, CE9-MAQI4, CT3-MA1, CT4-MA1	Propuesta, vigilancia y corrección del examen. Calificación del alumno.	Preparación y realización de los exámenes.	Corrección y valoración de los exámenes.	6		6	70%

P: Actividades presenciales

NP: Actividades no presenciales (trabajo autónomo)

C: Calificación