Guía Docente:

BIOINORGÁNICA

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
CURSO 2012-2013

I.- IDENTIFICACIÓN

NOMBRE DE LA ASIGNATURA: Bioinorgánica
CARÁCTER: Optativa
MATERIA: Química Inorgánica Avanzada
MÓDULO: Avanzado
TITULACIÓN: Grado en Química
SEMESTRE/CUATRIMESTRE: Primero (cuarto curso)
DEPARTAMENTO/S: Química Inorgánica I

PROFESOR/ES RESPONSABLE/S:

Grupo A		
Teoría **Seminario** **Tutoría**	**Profesora:** **Departamento:** **Despacho:** **e-mail:**	Mª FELISA PERPIÑÁN VIELBA Química Inorgánica I QA-229 vielba@quim.ucm.es
Teoría **Seminario** **Tutoría**	**Profesor:** **Departamento:** **Despacho:** **e-mail:**	JOSÉ LUIS PRIEGO BERMEJO Química Inorgánica I QA-206 bermejo@quim.ucm.es

II.- OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Se pretende que el alumno 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 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 Tecnología.

III.- 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*.

IV.- CONTENIDOS

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS CONTENIDOS:

Contenidos teóricos

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. Biominerales. Aplicaciones biomédicas y farmacológicas de especies inorgánicas.

PROGRAMA:

TEÓRICO:

Tema 1: Introducción

- Panorámica de la Química Bioinorgánica.
- Los elementos en los seres vivos.
- Biodisponibilidad y captación de los elementos inorgánicos.

Tema 2: Formación de las metalobiomoléculas

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

Tema 3: Función de los iones metálicos alcalinos y alcalinotérreos

- Transporte activo y pasivo a través de la membrana
- Papel biológico del calcio
- Papel biológico del magnesio

Tema 4: Funciones de los elementos de transición

- Metaloenzimas que no participan en procesos de transferencia electrónica. Metaloenzimas de Zn.
- Transferencia electrónica. Citocromos. Centros Fe-S. Proteínas azules de cobre. Respiración celular. Nitrogenasas. Proceso fotosintético.
- Proteínas responsables del transporte del oxígeno molecular. Hemoglobina y mioglobina. Hemeritrina. Hemocianina.
- Transporte y almacenamiento de hierro.
- Metaloenzimas que catalizan reacciones de transferencia de átomos de oxígeno. Mono y dioxigenasas. Oxotransferasas de molibdeno. Hidrogenasas. Reacciones de transferencia de otros grupos: coenzimas B_{12}.
- Metaloenzimas que forman parte del mecanismo de defensa celular. Superoxidodismutasa. Catalasas y peroxidasas.

Tema 5: Bioquímica de los no metales

- Halógenos
- Selenio, Fósforo y Bismuto
- NO

Tema 6: Biominerales

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

Tema 7: Deficiencia y toxicidad de los metales

- Toxicidad de los metales y otras especies inorgánicas.
- Mecanismos de desintoxicación.

Tema 8: 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 9: Últimos avances en Bioinorgánica (*).

(*) Este tema se utilizará para su elaboración y presentación por parte de los alumnos.

V.- 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 interdisciplinares en plena expansión, y tomar conciencia de la importancia que la investigación interdisciplinar 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:** Plasmar los conocimientos específicos de cada materia en el lenguaje científico universal, entendido y compartido interdisciplinarmente.
- **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-MAQI1:** Describir los elementos esenciales para la vida y las diversas funciones que las especies inorgánicas pueden realizar en los sistemas biológicos.
- **CE9-MAQI2:** 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-MAQI3:** Describir los procesos de formación de los biominerales.
- **CE9-MAQI4:** 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 fuentes bibliográficas.
- **CT5-MA2:** Manejar bibliografía y bases de datos especializadas, 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.

VI. – HORAS DE TRABAJO Y DISTRIBUCIÓN POR ACTIVIDAD

Actividad	Presencial (horas)	Trabajo autónomo (horas)	Créditos (horas)
Clases teóricas	37,5	52,5	3,6 (90)
Seminarios (teoría)	15	15	1,2 (30)
Tutorías	2	13	0,6 (15)
Trabajos dirigidos y exámenes	8	7	0,6 (15)
Total	**62,5**	**87.5**	**6 (150)**

VII.- 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 profesor presentará de forma ordenada los conceptos teóricos y hechos experimentales que permitan al alumno 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 a los alumnos 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. Con anterioridad se entregará a los estudiantes una relación de las mencionadas cuestiones para que intenten su resolución previa a las clases de seminario. El profesor resolverá algunas de ellas, mientras que los alumnos expondrán los resultados obtenidos de su trabajo personal, lo que permitirá abrir un cierto debate científico. En algunos casos se realizará también una puesta en común de los resultados logrados, para lo cual se podrá trabajar previamente en grupos reducidos. 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 de los alumnos y el grado de consecución de conocimientos que van adquiriendo.

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

Cada grupo de alumnos deberá preparar un **trabajo** breve, relacionado con los contenidos de la asignatura. Ello permitirá que los estudiantes pongan en práctica sus capacidades en

la obtención de información, empleando la bibliografía o recursos adecuados, lo que también les permitirá desarrollar 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. Cada grupo de alumnos realizará una presentación oral, que será analizada críticamente y sobre la que los restantes compañeros podrán plantear cuestiones o dudas. Adicionalmente entregarán un resumen de los contenidos expuestos que será evaluado por el profesor.

El profesor programará **tutorías dirigidas** (2 horas/semestre) en grupos reducidos de alumnos sobre cuestiones planteadas, por ellos o por el profesor, relacionadas con el temario de la asignatura. Ellas servirán para conocer las capacidades de los alumnos 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 profesor) con el fin de resolver dudas, cuestiones, etc., u otros aspectos relacionados con la asignatura.

VIII.- 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.

- 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.
- W. Kaim, B. Schwederski, "*Bioinorganic Chemistry: Inorganic Elements in the Chemistry of Life. An Introduction and Guide*". Wiley, Chichester, 2006.
- E. Crabb y E. Moore: *"Metals and Life"*. Royal Society of Chemistry, Cambridge, 2010.

■ 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).

Además de los textos básicos y complementarios, puntualmente, se podrá indicar a los estudiantes bibliografía específica para cada tema.

IX.- EVALUACIÓN

Para la evaluación final es obligatoria la participación en las diferentes actividades propuestas. Es obligatorio asistir a todas las tutorías dirigidas. Para poder acceder a la evaluación final será necesario que el alumno haya participado al menos en el 70% de las actividades presenciales.

El rendimiento académico del alumno y la calificación final de la asignatura se computarán, de forma ponderada, atendiendo a los porcentajes que se muestran en cada uno de los aspectos recogidos a continuación. Todas las calificaciones estarán basadas en la puntuación absoluta sobre 10 puntos, y de acuerdo con la escala establecida en el RD 1125/2003. Este criterio se mantendrá en todas las convocatorias.

- **EXAMEN FINAL: 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 final. Será necesario obtener una puntuación mínima de 4,0 en el examen final para acceder a la calificación global de la asignatura.

- **TRABAJO PERSONAL: 15%**

  La evaluación del trabajo de aprendizaje individual realizado por el alumno 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.

  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: 15%**

  Los alumnos desarrollarán, en grupos reducidos, un trabajo seleccionado y relacionado con la asignatura. Cada grupo, a través de la exposición y presentación de dicho trabajo, se someterá a la evaluación del profesor, así como a las preguntas de sus compañeros. El profesor valorará tanto el conjunto del trabajo como la claridad de la presentación y el análisis crítico efectuado por los compañeros.

  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	Teoría	2,5	1	1ª Semana	1ª Semana
	Seminario	1	1		
2. Formación de las metalobiomoléculas	Teoría	5	1	2ª Semana	3ª Semana
	Seminario	1	1		
3. Función de los iones alcalinos y alcalinotérreos	Teoría	2,5		3ª Semana	4ª Semana
	Seminario	1	1		
4. Funciones de los elementos de transición	Teoría	22,5	1	4ª Semana	13ª Semana
	Seminario	9	1		
	Tutoría programada*	1	2	10ª Semana	
5. Bioquímica de los no metales	Teoría	1,5	1	13ª Semana	14ª Semana
	Seminario	1	1		
6. Biominerales	Teoría	1	1	14ª Semana	15ª Semana
	Seminario	2	1		
	Tutoría programada*	1	2	14ª Semana	
7. Deficiencia y toxicidad de los metales	Teoría	1	1	15ª Semana	15ª Semana
8. Compuestos metálicos en terapia y diagnóstico	Teoría	1,5	1	15ª Semana	15ª Semana
9. Últimos avances en Bioinorgánica	Elaboración y presentación trabajos			(**)	
PLANIFICACIÓN POR GRUPO DE TEORÍA					

(**) Grupos de 3-4 alumnos en función del número de alumnos matriculados.
* 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 alumno	Procedimiento de evaluación	P	NP	Total	C
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	15 %
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.		6	9	15	

Actividad docente	Competencias asociadas	Actividad Profesor	Actividad alumno	Procedimiento de evaluación	P	NP	Total	C
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	15 %
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 : presenciales; NP: no presenciales (trabajo autónomo); C: calificación								