



Asignatura: QUÍMICA BIOINORGÁNICA  
Código: 16377  
Centro: Ciencias  
Titulación: Grado en Química  
Nivel: Grado  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 6

## ASIGNATURA / COURSE TITLE

QUÍMICA BIOINORGÁNICA / BIOINORGANIC CHEMISTRY

### 1.1. Código / Course number

16377

### 1.2. Materia / Content area

Química Bioinorgánica / Bioinorganic Chemistry

### 1.3. Tipo / Course type

Formación optativa / optional subject

### 1.4. Nivel / Course level

Grado / Bachelor (second cycle)

### 1.5. Curso / Year

4º / 4<sup>rd</sup>

### 1.6. Semestre / Semester

second / second

### 1.7. Número de créditos / Credit allotment

6 créditos ECTS / 6 ECTS credits

### 1.8. Requisitos previos / Prerequisites

Se recomienda haber superado la asignatura *Ampliación de Química Inorgánica*, de 3<sup>er</sup> curso/ It is advisable to have passed *Advanced Inorganic Chemistry* 3<sup>th</sup> course.

### 1.9. Requisitos mínimos de asistencia a las sesiones presenciales / Minimum attendance requirement

La asistencia a las actividades presenciales es obligatoria.



Asignatura: QUÍMICA BIOINORGÁNICA  
Código: 16377  
Centro: Ciencias  
Titulación: Grado en Química  
Nivel: Grado  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 6

## 1.10. Datos del equipo docente / Faculty data

Adoración Gómez Quiroga  
(Coordinadora)

Departamento de Química Inorgánica  
Facultad de Ciencias  
Módulo 07, despacho 504  
Teléfono: 914974050  
e-mail: [adoracion.gomez@uam.es](mailto:adoracion.gomez@uam.es)  
Horario de atención al alumnado: En cualquier  
horario previa petición de hora

## 1.11. Objetivos del curso / Course objectives

Los objetivos de la asignatura serán promover la capacidad del alumno para:

- Conocer las principales formas en que los metales y algunos elementos no metálicos participan en los procesos biológicos.
- Utilizar conocimientos de Química Inorgánica sobre los elementos metálicos y no metálicos para entender los mecanismos de reacción de metaloproteínas y enzimas.
- Entender, desde el punto de vista de la coordinación, la bioquímica de los elementos metálicos de las series de transición, como hierro, cinc, cobre, cobalto, níquel, manganeso, wolframio y molibdeno, y de los elementos metálicos de los grupos principales, como potasio, sodio, calcio y magnesio, para los diferentes procesos naturales en los que están presentes.
- Manejar y discutir con capacidad crítica las fuentes bibliográficas más recientes relacionadas con la Química Bioinorgánica.
- Aplicar los conceptos fundamentales de la Química Organometálica y de Coordinación de los elementos no esenciales utilizados como fármacos.
- Resolver cuestiones propias de Química Inorgánica sobre reactividad redox, catálisis enzimática y compuestos con otras funciones: transporte, estructural y farmacológica.
- Interpretar los hechos experimentales y relacionarlos con los conceptos teóricos necesarios para su entendimiento.
- Leer críticamente un texto y desarrollar un aprendizaje autónomo.
- Adquirir experiencia de trabajo en grupo.



Asignatura: QUÍMICA BIOINORGÁNICA  
Código: 16377  
Centro: Ciencias  
Titulación: Grado en Química  
Nivel: Grado  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 6

Al finalizar esta asignatura los alumnos deben ser capaces de:

- Conocer e interpretar el papel de los metales y no metales en procesos químicos de la vida.
- Clasificar una amplia variedad de metaloenzimas según su naturaleza metálica.
- Analizar e interpretar las propiedades químicas de los centros activos de los compuestos de coordinación y metaloenzimas, que justifican su comportamiento.
- Diferenciar entre los distintos tipos de estructuras que presentan los metales de transición en los sistemas biológicos y saber interpretarlos con relación a su función.
- Conocer los mecanismos por los que transcurren las reacciones catalíticas, de transporte, de reconocimiento y de transferencia electrónica, que realizan las diferentes metaloenzimas.
- Leer críticamente un texto y desarrollar un aprendizaje autónomo.

## 1.12. Contenidos del programa / [Course contents](#)

### TEMA 1: Elementos inorgánicos en los sistemas biológicos.

Introducción. Los elementos esenciales en la vida. Principios básicos de la Química de la Coordinación aplicables a la Bioinorgánica. Clasificaciones y estudio de proteínas, enzimas y ácidos nucleicos.

### TEMA 2: Química Bioinorgánica del hierro.

Aspectos químicos del Fe relevantes en Química Bioinorgánica. Funciones y clasificación de las proteínas de hierro. *Proteínas Hemo*: Características químicas, Mioglobina y Hemoglobina, Citocromos: a, b y c, citocromo P-450. *Proteínas Fe-S*: Características químicas, Rubredoxina y Ferredoxina. *Proteínas no Hemo*: Características químicas, Mononucleares: oxigenasas y transportadores electrónicos y dinucleares: hemeritina y ribonucleótido reductasa.

### TEMA 3: Química Bioinorgánica del cobre.

Aspectos Químicos del Cu relevantes en Química Bioinorgánica. Funciones y clasificación de las proteínas de Cobre. *Centros de Cu tipo 1*. Proteínas azules: tipos, centro activo y potencial redox. *Centros de Cu tipo 2*. SOD de Cu y de Zn (metaloenzima protectora): estructura, centro activo y mecanismo. Oxidasas no azules (otro tipo de proteína Cu T2). *Centros de Cu*



Asignatura: QUÍMICA BIOINORGÁNICA  
Código: 16377  
Centro: Ciencias  
Titulación: Grado en Química  
Nivel: Grado  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 6

*tipo 3.* Hemocianinas: coordinación del oxígeno, estructura, centro activo y mecanismo. Centros de Cu tipo multicéntrico.

#### **TEMA 4: Química Bioinorgánica del cinc.**

Características químicas del Zn aplicables a Bioinorgánica. *Cinc enzimático:* Carbopeptidasa, Anhidrasa Carbónica, Fosfatasa Alcalina, Alcohol Deshidrogenasa. *Cinc en reconocimiento:* Proteínas de Cinc y Expresión Génica: Dedos de Zn.

#### **TEMA 5: Química Bioinorgánica de los elementos del Grupo 1.**

Características químicas en la Bioinorgánica de los elementos del grupo 1. *Función Transporte:* transporte activo y pasivo: Bomba de Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> y canales de membrana Aspectos termodinámicos de la coordinación de los elementos del grupo 1. Coordinación de los iones y aplicación como antibióticos y en transporte. *Función estructural.* Coordinación de K<sup>+</sup> en telómeros y ácidos nucleicos.

#### **TEMA 6: Química Bioinorgánica de los elementos del Grupo 2.**

Características químicas en la Bioinorgánica de los elementos del grupo 2. *El ion Mg<sup>2+</sup>,* ácido de Lewis. Papel del ion magnesio en la clorofila y en otras metaloenzimas. *El ion Ca<sup>2+</sup>,* ácido de Lewis. Papel del ion calcio como segundo catalizador, mensajero y de transporte. Biomineralización.

#### **TEMA 7: Química Bioinorgánica del Cobalto, Manganeseo y Níquel.**

*Manganeseo:* Aspectos de su química de interés bioinorgánico. Mn-SOD; Mn-Catalasa; complejo liberador de oxígeno en la fotosíntesis (CLO). *Cobalto:* Aspectos de su química de interés bioinorgánico. Absorción, transporte y funciones en medios biológicos. Vitamina B<sub>12</sub>: Estructura, enlace Co-C y derivados de la coenzima B<sub>12</sub> en catálisis enzimática. *Níquel:* Aspectos de su química de interés bioinorgánico. Ureasa, Hidrogenasa, CO deshidrogenasa y metil-coenzima M-reductasa. Estructura y mecanismo catalítico. Nitrogenasas.

#### **TEMA 8: Química Bioinorgánica del Molibdeno y Wolframio y Fijación del Nitrógeno atmosférico.**

Aspectos relevantes de la química acuosa y de coordinación de Mo y W. *Papel biológico de molibdeno y wolframio.* Absorción y distribución biológica. Enzimas que contienen coMo/W (oxotransferasas): generalidades, centro activo, Xantina oxidasa/deshidrogenasa (XO/XDH). *Fijación del Nitrógeno atmosférico.* Nitrogenasas.

#### **TEMA 9: Metales en medicina: compuestos de coordinación y organometálicos**

Agentes anticancerígenos: cisplatino y derivados, derivados organometálicos de Ru. Agentes antiparasitarios: ferroquina y derivados (malaria). Otros



Asignatura: QUÍMICA BIOINORGÁNICA  
Código: 16377  
Centro: Ciencias  
Titulación: Grado en Química  
Nivel: Grado  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 6

compuestos usados en medicina: Salvarsan y otros derivados de As, mercurocromo, Auranofin. Compuestos usados en diagnóstico: Ga, Tc y otros metales.

### 1.13. Referencias de consulta / Course bibliography

- 1.- GRAY H.B., STIEFEL, E.I.; VALENTINE J.S.; BERTINI I.; *Bioinorganic Chemistry: Structure and Reactivity*. University Science Books, 2007.
- 2.- VALLET, M.; FAUS, J.; GARCÍA-ESPAÑA, E.; MORATAL, J. *Introducción a la Química Bioinorgánica*. Editorial Síntesis. 2003
- 3.- CASAS, J.S., MORENO, V., SÁNCHEZ, A., SÁNCHEZ J.L., SORDO, J. *Química Bioinorgánica*, Síntesis, Madrid, 2002.
- 4.- COWAN J.A.: *Inorganic Biochemistry. An introduction*. VCH Publishers 1997.
- 5.- FRAÚSTO DA SILVA J.J.R., WILLIAMS R.J.P.: *The biological Chemistry of the Elements. The Inorganic Chemistry of Live*. Clarendon Press. Oxford, 1993.
- 6.- KAIM W. SCHWEDERSKI B.: *Bioinorganic Chemistry: Inorganic Elements in the Chemistry Life. An Introduction and Guide*. John Wiley and Sons, 1999.
- 7.- LIPPARD S.J., BERG J.M.: *Principles of Bioinorganic Chemistry*. University Science Books, 1994.
- 8.- DABROWIAK, J.C.; *Metals in Medicine*. Wiley-VCH.2009
- 9.- KRAATZ, H.B.; METZLER-NOLTE, N. *Concepts and Models in Bioinorganic Chemistry*. Wiley-VCH. 2006
- 10.- OCHAI, E. *Bioinorganic chemistry a survey*. Academic Press. 2008
- 11.- SCOTT, R.A. *Applications of physical methods to inorganic and bioinorganic chemistry*. John Wiley & Sons, cop. 2007.
- 12.- CRABB, E. *Metals and life*. RSC 2010
- 13.- JAOUEN, G.; METZLER-NOLTE, N., *Medicinal Organometallic Chemistry: Top. Organomet. Chem., Vol. 32.*, Springer 2010.

#### *Direcciones de Internet de interés:*

- <http://sbichem.org/links.php>. Society of biological inorganic chemistry: links a bases de datos gratuitas y a revistas de investigación.
- <http://www.journals.elsevier.com/journal-of-inorganic-biochemistry>. Revista científica con reviews y artículos de interés.
- <http://www.umass.edu/microbio/rasmol/>. Visualiza macromoléculas y metaloenzimas generando las vistas adecuadas para el estudio o presentación.



Asignatura: QUÍMICA BIOINORGÁNICA  
Código: 16377  
Centro: Ciencias  
Titulación: Grado en Química  
Nivel: Grado  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 6

### *Material Didáctico para la Asignatura*

- Se facilitan al alumno el material necesario para el desarrollo de la asignatura y la bibliografía básica para realizar los trabajos. Este material podrá ser obtenido, con antelación a las clases, en reprografía y/o en moodle.

## 2. Métodos docentes / Teaching methodology

### Actividades Presenciales

1. **Clases Teóricas.** Se impartirán en forma de clases magistrales. De acuerdo al temario presentado, el profesor explicará los conceptos básicos de cada tema, resaltando los aspectos nuevos y/o de especial complejidad. La asimilación de estas clases permitirá que el alumno pueda desarrollar cuestiones.
2. **Clases prácticas en aula.** Se propondrán cuestiones en el aula y se desarrollaran y discutirán con el profesor. Se abordará la discusión y revisión de los trabajos tutelados, propuestos por el profesor. En ellos se ejercitará la capacidad de esquematizar y comunicar. Cada grupo entregará al profesor un resumen del trabajo tutelado y su presentación, con antelación al día de su exposición.
3. **Tutorías.** Las tutorías, enfocadas fundamentalmente a la resolución de dudas, se realizarán de forma individual, o en grupos muy reducidos, a lo largo de todo el curso, en horario previamente fijado de acuerdo con el profesor.

### Actividades No presenciales

**Preparación de los trabajos tutelados.** Consistirán en la realización y preparación de un trabajo propuesto por el profesor. Los estudiantes deberán preparar el mismo mediante la lectura y discusión de la bibliografía recomendada. Los conocimientos adquiridos serán evaluados continuamente por el profesor durante el desarrollo del curso en las clases prácticas en el aula. Los estudiantes deberán elaborar y entregar un resumen del trabajo.

## 3. Tiempo de trabajo del estudiante / Student workload

Con carácter aproximado y dependiendo del calendario académico, el tiempo dedicado a las diferentes actividades formativas y de evaluación de los estudiantes se distribuirá del siguiente modo:



Asignatura: QUÍMICA BIOINORGÁNICA  
Código: 16377  
Centro: Ciencias  
Titulación: Grado en Química  
Nivel: Grado  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 6

**Actividades Presenciales:**

Clases teóricas y prácticas en aula:	45 h
Tutorías:	2 h
Exámenes:	3 h

**Actividades No Presenciales:**

Estudio de la asignatura y preparación de trabajo tutelado:	72 h
Preparación del resumen y examen:	28 h

TOTAL: 150 h (6 ECTS)

#### 4. Métodos de evaluación y porcentaje en la calificación final / Evaluation procedures and weight of components in the final grade

Con objeto de realizar una evaluación continua de los estudiantes, se valorará la participación en clases teóricas y prácticas en aula, y en la elaboración y discusión del trabajo tutelado. La evaluación se completará con la realización de un examen escrito sobre la asignatura y del trabajo tutelado.

La evaluación del estudiante se realizará de la siguiente forma:

**Convocatoria ordinaria:**

- El examen realizado al final del semestre contribuirá en un 40%. Para poder tener en cuenta las demás contribuciones a la calificación final, será necesario obtener una calificación en el examen igual o superior a 4 (sobre 10). El examen se realizará en la fecha aprobada por la Junta de Facultad, y publicada antes del periodo de matrícula.
- El 60% de la calificación se basará en la evaluación continua del trabajo realizado, que implica la asistencia (obligatoria), la preparación y exposición del trabajo tutelado, su realización y su discusión
- El estudiante que haya participado en menos de un 20% de las actividades de evaluación, será calificado en la convocatoria ordinaria como "No evaluado".

**Convocatoria extraordinaria:**

En la convocatoria extraordinaria, el examen correspondiente supondrá una contribución del 70%, mientras que el trabajo tutelado lo será del 30%. Para poder tener en cuenta en la calificación final la obtenida en el trabajo tutelado, será necesario obtener una calificación mínima de 4 (sobre 10) en el examen teórico.

Los alumnos que no habiendo superado la asignatura en la convocatoria ordinaria, se presenten a la extraordinaria, además de la realización del examen, deberán elegir una de las siguientes opciones:

- a) Solicitar al profesor que se mantenga la nota obtenida a lo largo del curso en el apartado "Trabajo tutelado y participación en clases teóricas y prácticas en aula".



Asignatura: QUÍMICA BIOINORGÁNICA  
Código: 16377  
Centro: Ciencias  
Titulación: Grado en Química  
Nivel: Grado  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 6

b) Entregar un trabajo adicional sobre un tema propuesto por el profesor con anterioridad.

Para solicitar la opción a) se requiere que el alumno haya obtenido, en la convocatoria ordinaria, una nota superior a 5 en ese apartado evaluable.

En resumen, los porcentajes de las distintas actividades evaluables serán:

Aspecto evaluable	Convocatoria ordinaria	Convocatoria extraordinaria
Trabajo tutelado y participación en clases teóricas y prácticas en aula	60%	30%
Exámenes	40%	70%

## 5. Cronograma\* / Course calendar

Tema 1	0,5 semana
Tema 2	2,5 semanas
Tema 3	2 semanas
Tema 4	1,5 semanas
Temas 5 y 6	2,5 semanas
Tema 7	2,5 semanas
Tema 8	1,5 semanas
Tema 9	1,5 semanas

\*Este cronograma tiene carácter orientativo.