# MASTER UNIVERSITARIO EN BIOMATERIALES

## Biomateriales en el medio biológico

## Guía Docente

## Curso 2024-2025

# Biomateriales en el medio biológico

- **Código:** 609309

- **Tipo de asignatura:** Obligatoria

- **Materia en la que se encuadra:** Conceptos Generales de los Biomateriales

- **Número de créditos ECTS:** 6

- **Profesorado que imparte la asignatura:**

- **Coordinadores:**


- Florentina Niuris Acosta Contreras. Dpto. Química en CC Farmacéuticas. Facultad de Farmacia. UCM. facosta@ucm.es
- Mónica Cicuéndez Maroto. Dpto. Química en CC Farmacéuticas. Facultad de Farmacia. UCM. mcicuend@ucm.es


- **Profesores:**


- Florentina Niuris Acosta Contreras. Dpto. Química en CC Farmacéuticas. Facultad de Farmacia. UCM. Profesor Titular de Universidad. facosta@ucm.es
- Sandra Sánchez Salcedo. Dpto. Química en CC Farmacéuticas. Facultad de Farmacia. UCM. Profesor Titular de Universidad. sansanch@ucm.es
- María Teresa Portoles Pérez. Dpto. Bioquímica y Biología Molecular. Facultad de Ciencias Químicas. UCM. Catedrático de Universidad. portoles@quim.ucm.es
- Mónica Cicuéndez Maroto. Dpto. Química en CC Farmacéuticas. Facultad de Farmacia. UCM. Profesor Ayudante Doctor acreditado a Profesor Contratado Doctor. mcicuend@ucm.es


| Profesor | Horario | Lugar |
|---|---|---|
| Florentina Niuris Acosta Contreras | M y V: 11:30 -12:30 | Unidad Docente Química Física y Física Aplicada |
| Sandra Sánchez Salcedo | L y M: 12:00-14:00 | Unidad Docente Química Inorgánica |
| María Teresa Portolés Pérez | M y J: 12:00-13:00 | Dpto. Bioquímica y Biología Molecular. Facultad de Ciencias Químicas. |
| Mónica Cicuéndez Maroto | M y J: 12:00-13:00 | Unidad Docente Química Inorgánica |

## Programa:

### Breve descripción de contenidos:

La asignatura está dedicada a brindar los conocimientos relevantes sobre la interacción de los biomateriales con el medio biológico con el que entrarán en contacto, y sus posibles consecuencias: la respuesta del huésped a los biomateriales, las transformaciones que pueden sufrir los biomateriales en el medio biológico y las reacciones adversas que puede ocasionar. De igual forma se conocerán las causas de las infecciones asociadas a los implantes y las técnicas de esterilización. También se abordará la evaluación de la citotoxicidad provocada por los biomateriales.

### Temario a desarrollar:

- UNIDAD 1: **Respuesta del huésped a los biomateriales**

Respuesta inflamatoria a los biomateriales. Eventos que se producen en la superficie del material implantado. Modificaciones superficiales para incrementar la biocompatibilidad.

- UNIDAD 2: **Reacciones adversas provocadas por los biomateriales**

Toxicidad sistémica aguda. Citotoxicidad. Hemólisis. Toxicidad intravenosa. Mutagenicidad. Pirogenicidad. Genotoxicidad. Sensibilización.

- UNIDAD 3: **Transformaciones de los biomateriales en el medio biológico**

Degradación (hinchamiento y lixiviación). Corrosión. Bioactividad.

- UNIDAD 4: **Infecciones asociadas a los implantes**

Patogénesis de la infección. Estrategias para reducir la infección asociada a los biomateriales. Esterilización de biomateriales y dispositivos. (Infraestructura requerida. Procesos de esterilización físicos y químicos: calor seco, vapor, radiaciones ionizantes, óxido de etileno, plasma de gases. Daño por esterilización).

- UNIDAD 5: **Evaluación de la biocompatibilidad**

Evaluación de la citotoxicidad *in vitro* (Adhesión y proliferación celular, membrana plasmática, citoesqueleto, ciclo celular, apoptosis, necrosis, estrés oxidativo, metabolómica). Evaluación *in vitro* de la respuesta de tipos celulares específicos (polarización de macrófagos, osteogénesis, osteoclastogénesis y resorción osteoclástica, angiogénesis). Evaluación de la interacción sangre-biomaterial (trombogenicidad, adhesión y activación de plaquetas, hemolisis). Evaluación preclínica de los dispositivos médicos (Modelos animales para la evaluación de biomateriales). Principios básicos de diferentes ómicas (genómica, proteómica y metabolómica) como herramientas encaminadas a la evaluación de la biocompatibilidad de distintos nano/biomateriales. Microfluídica y principios básicos de organ-on-a-chip. Nanopartículas superparamagnéticas de óxido de hierro (SPIONs)-proceso de mecanotransducción celular.

## Objetivos del aprendizaje:

- Conocer la naturaleza y complejidad de las interacciones huésped /biomaterial que surgen después de implantada cualquier prótesis o dispositivo.
- Adquirir conocimiento sobre la reacción inflamatoria que se produce como respuesta al material implantado.
- Conocer la naturaleza y principios de la adsorción de proteínas, la adhesión celular, las interacciones sangre-material y tejido-material, como factores importantes que influyen sobre la biocompatibilidad del material.
- Adquirir conocimiento sobre las distintas modificaciones superficiales que se pueden realizar a un material para incrementar la biocompatibilidad.
- Conocer los distintos cambios que se pueden producir en un material implantado, en dependencia de su naturaleza, y cómo afectan al desempeño de su función biomédica.
- Adquirir conocimientos sobre la degradación química y bioquímica de los biomateriales poliméricos en el medio biológico.
- Adquirir conocimiento sobre el efecto del medio biológico sobre los metales y las cerámicas.
- Conocer las diferentes reacciones adversas que pueden provocar los biomateriales en el huésped.
- Conocer la terminología y los conceptos básicos y definitorios de la evaluación del riesgo y las formas de evaluación según la normativa vigente.
- Conocer las diferentes técnicas que se utilizan para realizar una evaluación biológica de los biomateriales.
- Adquirir conocimientos en el manejo de las técnicas biológicas.
- Conocer las causas (patogénesis) de las infecciones que pueden ser provocadas por el biomaterial implantado.
- Adquirir conocimiento sobre las estrategias a seguir para reducir la infección asociada a los biomateriales.
- Conocer las técnicas de esterilización y sus posibles efectos sobre las propiedades del biomaterial.
- Adquirir conocimiento sobre las técnicas empleadas para la determinación de la biocompatibilidad de los biomateriales.
- Conocer las técnicas para evaluar la citotoxicidad *in vitro* y las respuestas de tipos celulares específicos (macrófagos, pre-osteoblastos, osteoblastos, osteoclastos, células endoteliales).
- Conocer los métodos que se emplean para evaluar la interacción sangre-biomaterial.
- Adquirir conocimiento sobre los modelos animales que se emplean en los ensayos preclínicos de los biomateriales.
- Adquirir conocimiento sobre las diferentes técnicas ómicas aplicadas al área de los biomateriales, concretamente en la respuesta celular.
- Adquirir conocimiento en principios básicos del desarrollo de modelos organ-on-a-chip aplicando microfluídica.
- Adquirir conocimiento en los procesos celulares de mecanotransducción mediada por SPIONs.

## Competencias adquiridas

### BÁSICAS Y GENERALES

CG1 - Poseer los conocimientos que sirvan de base para desarrollar ideas innovadoras en el campo de los biomateriales

CG2 - Aplicar los conocimientos adquiridos para resolver problemas de investigación o desarrollo de biomateriales como parte de un colectivo multidisciplinar

CG4 - Comunicar sus resultados y sustentar sus conclusiones ante un colectivo especializado multidisciplinar de forma clara y precisa

CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación

CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio

CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios

CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones, conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades

CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

### TRANSVERSALES

CT1 - Elaborar, escribir y defender informes de carácter científico y técnico

CT2 - Trabajar en equipo

CT3 - Valorar la importancia de la sostenibilidad y el respeto al medio ambiente

CT4 - Demostrar capacidad de autoaprendizaje

CT5 - Demostrar compromiso ético

CT6 - Comunicar resultados de forma oral/escrita

CT7 - Trabajar con seguridad en laboratorios de investigación

CT8 - Demostrar motivación por la investigación científica

### ESPECÍFICAS

CE1 - Conocimiento integrado sobre el amplio espectro de especialidades que abarca la Ciencia de los Biomateriales y los métodos de investigación que la caracterizan

CE2 - Capacidad para determinar las características de composición y de superficie que debe poseer un biomaterial para una aplicación determinada

CE3 - Capacidad para emplear los métodos o técnicas estándares adecuados para la caracterización o análisis de biomateriales

CE5 - Dominio del concepto de biocompatibilidad como requisito indispensable de los biomateriales y los factores que la afectan

CE6 - Capacidad para evaluar, interpretar, y sacar conclusiones sobre la biocompatibilidad de un material a partir de los resultados de su caracterización químico-física y biológica

CE7 - Capacidad para comunicarse y trabajar en un colectivo multidisciplinar en el ámbito de la Ciencia de Biomateriales

CE11 - Conocimiento de los aspectos regulatorios a tener en cuenta en el diseño, desarrollo, ensayos y comercialización de los biomateriales

CE13 - Capacidad para participar en seminarios, conferencias y reuniones científicas y sustentar en ellos los resultados de su trabajo y defender sus conclusiones y aportes ante un público especializado multidisciplinar

CE16 - Conocimientos sobre las causas de las infecciones asociadas a los implantes y las técnicas de esterilización

## Metodología docente:

### Docencia Presencial

**Clases magistrales y conferencias** en las que el profesor y expertos investigadores desarrollaran los temas expuestos en el temario, incentivando la participación de los estudiantes a través de debates y turnos de preguntas.

**Prácticas de laboratorio**, donde el estudiante podrá familiarizarse con los equipos e instrumentación de laboratorio utilizados para la preparación y evaluación de biomateriales.

**Seminarios** en los que se plantearán ejercicios básicos y cuestiones que ejemplifiquen los contenidos desarrollados en las clases magistrales. Periódicamente se suministrará al alumno una relación de dichos problemas/ejercicios con el objetivo de que intente su resolución previa a las clases. El proceso de resolución de estos problemas se llevará a cabo mediante diferentes métodos: en algunos casos se propondrá al alumno la exposición en clase de la resolución de algunos de estos problemas, debatiéndose sobre el procedimiento seguido, el resultado obtenido y su significado. También se impartirá por parte de profesores/investigadores expertos un ciclo de conferencias de los temas más relevantes de la asignatura y se organizarán visitas a centros donde se lleven a cabo técnicas especializadas explicadas en la asignatura (CAI-UCM Centro de Citometría y Microscopía de Fluorescencia, Centro Nacional de Microscopía Electrónica).

**Trabajo autónomo**. Las actividades no presenciales mediante el trabajo autónomo y colectivo están dirigidas para que el estudiante afiance los conocimientos en las actividades presenciales y desarrolle su sentido crítico, capacidad de organización y toma de decisiones.

## Evaluación

Ante una situación que impida la realización de pruebas de evaluación de manera presencial, se procederá siguiendo los procedimientos y metodología implantada en la Facultad de Farmacia en el curso 2019-20, adaptándola si

fuese necesario a la normativa vigente en cada momento:

En todo caso, el proceso de evaluación debe constituir la herramienta para **asegurar la adquisición de las competencias y los resultados de aprendizaje previstos por parte de los estudiantes**.

**Mecanismos de revisión no presenciales previstos**: en el caso de que la situación no permitiese la revisión presencial de la evaluación, se llevará a cabo una revisión no presencial mediante plataformas online como Blackboard Collaborate a través del Campus Virtual de la UCM o de otras plataformas alternativas como Google Meet. Si finalmente la revisión tuviera que ser no presencial, se especificará en la publicación de las calificaciones finales, junto con el día y hora de la revisión de la evaluación, especificando los mecanismos correspondientes articulados por el profesorado responsable de cada asignatura y grupo.

**Criterios de evaluación y calificación:**

Las clases magistrales - serán evaluadas a través de pruebas escritas, seminarios y otras actividades docentes que se desarrollarán a lo largo del curso. La calificación se complementará con la valoración de la actitud y participación del estudiante.

- Realización de un examen final escrito que será evaluado hasta un máximo de 10 puntos. La calificación mínima en este apartado debe ser 4 o superior para poder aprobar la asignatura. Peso 60%.
- Realización de trabajos y seminarios, así como exposición oral de los mismos, los cuales serán evaluados hasta un máximo de 10 puntos. La calificación mínima en este apartado debe ser 4 o superior para poder aprobar la asignatura. Peso 40%.
- La calificación final deberá ser de 5 puntos o más para superar la asignatura.

**Idioma en que se imparte:** español

**Bibliografía:**

*Libros de consulta:*


- The biomedical engineering. Handbook ed. Joseph d. Bronzino.4 edition. Crc press, 2015.
- Bioceramic with clinical applications. Ed. Maria vallet. Isbn: 978-1-118-40675-5. Willey, 2014.
- An introduction to bioceramics. Second edition larry l Hench, 2013.
- Bone repair biomaterials. Jope A. Planell, CRC Press. ISBN: 9781845693855. 2009.
- An introduction to biomaterials. S. A. Guelcher, J. O. Hollinger. CRC Press, 2006.
- Principles of regenerative medicine, third edition, Elsevier. 2019, ISBN: 9780128098806, https://doi.org/10.1016/c2015-0-02433-9


*Artículos actualizados de revistas de prestigio internacional como:*


- L. Ghasemi-Mobarakeh, D. Kolahreez, S. Ramakrishna, D. Williams, *Key Terminology in Biomaterials and Biocompatibility*, Current Opinion in Biomedical Engineering https://doi.org/10.1016/j.cobme.2019.02.004.
- M. C. Matesanz, M. Vila, M. J. Feito, J. Linares, G. Gonçalves, M. Vallet-Regi, P. A. A. P. Marques, M. T. Portolés, *The effects of graphene oxide*

*nanosheets localized on F-actin filaments on cell cycle alterations,* Biomaterials 2013, 34:1562-1569.

- L. Casarrubios, N. Gómez-Cerezo, M. J. Feito, M. Vallet-Regí, D. Arcos, M. T. Portolés, *Incorporation and effects of mesoporous bioactive glass nanospheres loaded with ipriflavone on osteoblast/osteoclast cocultures*, Eur. J. Pharm. Biopharm. 2018, 133: 258-268.
- N. Gómez-Cerezo, L. Casarrubios, I. Morales, M. J. Feito, M. Vallet-Regí, D. Arcos, M. T. Portolés, *Effects of a mesoporous bioactive glass on osteoblasts, osteoclasts and macrophages,* J. Colloid Interf. Sci. 2018, 528: 309-320.
- M. J. Feito, R. Diez-Orejas, M. Cicuéndez, L. Casarrubios, J. M. Rojo, M. T. Portolés, *Graphene oxide nanosheets modulate peritoneal macrophage polarization towards M1 and M2 phenotypes,* Colloids Surf., B 2019, 176: 96-105
- M. C. Serrano, R. Pagani, J. Peña, M. Vallet-Regí, J. V. Comas y M. T. Portolés, *Progenitor-derived endothelial cell response, platelet reactivity, and hemocompatibility parameters indicate the potential of NaOH-treated polycaprolactone for vascular tissue engineering*, J. Tissue Eng. Regen. Med. 2011, 5: 238-247
- I. Izquierdo-Barba, L. Santos-Ruiz. J. Becerra, M. J. Feito, D. Fernández-Villa, M. C. Serrano, I. Díaz-Güemes, B. Fernández-Tomé, S. Enciso, F. M. Sánchez-Margallo, D. Monopoli, H. Afonso, M. T. Portolés, D. Arcos, M. Vallet-Regí M, *Synergistic effect of Si-hydroxyapatite coating and VEGF adsorption on Ti6Al4V-ELI scaffolds for bone regeneration in an osteoporotic bone environment,* Acta Biomater. 2019, 83:456-466