MASTER UNIVERSITARIO EN BIOMATERIALES

Biomateriales para la Liberación Controlada de Fármacos

Guía Docente

Curso 2024-2025

Biomateriales para la Liberación Controlada de Fármacos

- **Código:** 609313

- **Tipo de asignatura:** Optativa

- **Materia en la que se encuadra:** Biomateriales Avanzados

- **Número de créditos ECTS:** 6

- **Profesorado que imparte la asignatura:**

- **Coordinadoras:**

- Montserrat Colilla Nieto. Dpto. Química en Ciencias Farmacéuticas. Facultad de Farmacia. UCM. mcolilla@ucm.es
- Marzia Marciello. Dpto. Química en Ciencias Farmacéuticas. Facultad de Farmacia. UCM. marmarci@ucm.es

- **Profesores:**

- Niuris Acosta Contreras. Profa. Titular de Universidad. Dpto. Química en Ciencias Farmacéuticas. Facultad de Farmacia. UCM. facosta@ucm.es
- Montserrat Colilla Nieto. Profa. Titular de Universidad. Dpto. Química en Ciencias Farmacéuticas. Facultad de Farmacia. UCM. mcolilla@ucm.es
- Marzia Marciello. Profa. Contratado Doctor. Acreditada a Profa. Titular de Universidad. Dpto. Química en Ciencias Farmacéuticas. Facultad de Farmacia. UCM. marmarci@ucm.es
- Jorge Rubio Retama. Prof. Titular de Universidad. Acreditado a Catedrático de Universidad. Dpto. Química en Ciencias Farmacéuticas. Facultad de Farmacia. UCM. bjrubio@ucm.es
- Gonzalo Villaverde Cantizano. Prof. Ayudante Doctor. Acreditado a Prof. Contratado Doctor. Dpto. Química en Ciencias Farmacéuticas. Facultad de Farmacia. UCM. email: gonvilla@ucm.es

Horarios de Tutorías:

Profesor	Horario	Lugar
Niuris Acosta Contreras	L y X: 8:30-10:30	Unidad Docente Química Física y Física Aplicada
Montserrat Colilla Nieto	L y X: 12:00-14:00	Unidad Docente Química Inorgánica (Bioinorgánica y Biomateriales)
Marzia Marciello	M y J: 12:00-14:00	Unidad Docente Química Física y Física Aplicada
Jorge Rubio Retama	L, M, X y J: 10:00-11:00	Unidad Docente Química Física y Física Aplicada
Gonzalo Villaverde Cantizano	M y J: 12:00-14:00	Unidad Docente Química Física y Física Aplicada

Programa:

Breve descripción de contenidos:

La asignatura está dedicada a brindar a los estudiantes conocimiento sobre principios básicos de la liberación controlada y sus ventajas. Se proporcionarán conocimientos sobre los distintos mecanismos de difusión y se revisarán las distintas vías de administración de fármacos, sus bondades y limitaciones. Se conocerán las posibilidades del empleo de los polímeros en la liberación de fármacos y las características de la difusión en las matrices poliméricas. Se brindarán conocimientos sobre el empleo de materiales capaces de liberar fármacos en respuesta a diferentes estímulos del medio. Se dará a conocer la aplicación de los biomateriales en la liberación de material genético.

Temario a desarrollar:

- UNIDAD 1 : Principios de la liberación controlada.

Principios generales de tecnología farmacéutica. Mecanismos de difusión y farmacocinética. Difusión en las matrices poliméricas. Rutas de administración de los sistemas de dosificación de fármacos. Desafíos que debe enfrentar la liberación de fármacos.

- UNIDAD 2: Los polímeros en la liberación de fármacos.

Matrices poliméricas de origen natural. Matrices poliméricas sintéticas. Hidrogeles poliméricos. Polímeros terapéuticos.

- UNIDAD 3: Materiales inteligentes para la liberación de fármacos.

Sistemas con respuesta al pH y a iones. Sistemas con respuesta a enzimas. Sistemas con respuesta a la temperatura. Sistemas con respuesta a campos magnéticos. Sistemas con respuesta a la luz. Sistemas con respuesta a ultrasonido. Sistemas con respuesta a campos eléctricos.

- UNIDAD 4: Biomateriales para la liberación de material genético.

Fundamentos de transfección génica. Polímeros catiónicos. Nanocápsulas poliméricas. Liposomas. Dendrímeros. Nanopartículas inorgánicas (fosfatos de calcio, sílice mesoporosa, óxido de hierro, oro y alótropos de carbono). COVID-19 y vacunas de ácidos nucleicos. Retos actuales y perspectivas futuras.

Objetivos del aprendizaje:

- Conocer los principios básicos de la liberación controlada y sus ventajas.
- Conocer los distintos mecanismos de difusión de fármacos.
- Conocer las distintas vías de administración de los sistemas de administración de fármacos, sus ventajas y limitaciones.
- Adquirir conocimiento sobre los desafíos que debe enfrentar la liberación de fármacos.
- Conocer los principales polímeros de origen natural y sintético que se emplean como matrices para la liberación de fármacos.
- Conocer los mecanismos clásicos de difusión en los polímeros y los modelos matemáticos que los caracterizan.
- Adquirir conocimiento sobre los sistemas conjugados polímero-fármaco y los polímeros terapéuticos.
- Conocer los componentes de la respuesta a estímulo de los materiales.
- Conocer las características de materiales y sistemas inteligentes con respuesta al pH y a iones.
- Conocer las características de materiales y sistemas inteligentes con respuesta a enzimas.
- Conocer las características de materiales y sistemas inteligentes con respuesta la temperatura.
- Conocer las características de materiales y sistemas inteligentes con respuesta a campos magnéticos.
- Conocer las características de materiales y sistemas inteligentes con respuesta a la luz.
- Conocer las características de materiales y sistemas inteligentes con respuesta al ultrasonido.
- Conocer las características de materiales y sistemas inteligentes con respuesta al campo eléctrico.
- Adquirir conocimiento sobre los fundamentos de la liberación de material genético.
- Conocer las características de los biomateriales con aplicación en

transfección génica.
- Conocer los principales retos y perspectivas de los biomateriales para la liberación de material genético.

Competencias adquiridas

BÁSICAS Y GENERALES

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 y los 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.

CG1 - Poseer los conocimientos que le sirven de base para desarrollar ideas innovadoras para realizar investigaciones avanzadas 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.

CG3 - Llevar a práctica los conocimientos adquiridos sobre las principales técnicas de preparación, modificación y caracterización de biomateriales.

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

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.

CT8 - Demostrar motivación por la investigación científica.

ESPECÍFICAS

CE1 - Aplicar el 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 los biomateriales

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

CE9 - Aplicar el conocimiento de las formas tradicionales y novedosas para el diseño de sistemas de dosificación de drogas y los mecanismos que permiten interpretar la cinética de liberación

CE10 - Aplicar los conocimientos sobre aplicaciones de los biomateriales en biomedicina, con aplicaciones en ortopedia, cardiología, oftalmología, odontología, en la curación de heridas y en algunos equipos y dispositivos extracorpóreos

CE12 - Capacidad para actualizarse mediante su superación individual y constante sobre los distintos avances que se producen en el ámbito de la Ciencia de los Biomateriales, incorporándolos a su quehacer en este campo

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

Metodología docente

Clases magistrales, en las que el profesor explicará los principales conceptos de la materia, incluyendo ejemplos y aplicaciones. Se aportarán conocimientos específicos y se procurará la participación e intervención activa de los alumnos siempre que sea posible. Se hará uso del Campus Virtual de la UCM para ofrecer el material de consulta o apoyo.

Seminario, impartido por un experto de centros de investigación en el campo de los biomateriales para la liberación controlada de fármacos, para complementar los conceptos adquiridos en las clases magistrales. Su contenido también estará a disposición en el Campus Virtual.

Conferencias, impartidas por expertos de centros de investigación o de empresas en el campo de los biomateriales para la liberación controlada de fármacos, que acercarán al estudiantado los últimos avances científicos y técnicos en esta área, facilitando el aprendizaje y fomentando la participación de los alumnos a través de debates y turnos de preguntas.

Talleres de laboratorio, donde el estudiante podrá familiarizarse con algunos de los métodos utilizados para la preparación de sistemas de liberación controlada de fármacos, la determinación de la cantidad de fármaco liberada en función del

tiempo (en ausencia y en presencia de estímulos), la representación gráfica de los resultados experimentales y su ajuste a modelos matemáticos adecuados para elucidar los parámetros cinéticos. Los talleres serán eminentemente prácticos y potenciarán el aprendizaje cooperativo.

Tutorías individuales y en grupo que faciliten el progreso personal de cada estudiante y permitan al profesor un seguimiento más individual y cercano.

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

Criterios de evaluación y calificación:

El rendimiento académico del estudiante se computará atendiendo a la calificación de un examen final y a la evaluación del trabajo personal en los siguientes porcentajes:

- **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 50%.
- **Otras actividades de evaluación:** Realización de trabajos individuales y/o en equipo, 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 50%.
- **Calificación final:** Es obligatorio obtener una calificación final igual o superior a 5 puntos para superar la asignatura (50% nota examen final + 50% nota del trabajo autónomo).

Las calificaciones estarán basadas en la puntuación absoluta sobre 10 puntos y de acuerdo con la escala establecida en el RD 1125/2003. Para poder ser evaluado, el estudiante deberá haber participado, al menos, en el 80% de las actividades presenciales.

Idioma en que se imparte: español

Bibliografía:

https://biblioteca.ucm.es/far/master-en-biomateriales

Libros de consulta:

- "Chemoresponsive Materials: Smart Materials for Chemical and Biological Stimulation." Ed. Hans-Jörg Schneider. 2nd edition, *Royal Society of Chemistry*, London, United Kingdom, **2022**.
- "Smart Materials for Drug Delivery". Eds. Carmen Álvarez-Lorenzo, Ángel Concheiro. *Royal Society of Chemistry*, London, United Kingdom, **2013**.

- "Bio-Ceramics with Clinical Applications", Ed. María Vallet-Regí, *John Wiley & Sons Inc.*, USA, **2014**.

Artículos actualizados de revistas de prestigio internacional como:

General

- Biomaterial-assisted biotherapy: A brief review of biomaterials used in drug delivery, vaccine development, gene therapy, and stem cell therapy. *Bioactive Materials.* **2022**, *17*, 29 - 58.
- Engineering precision nanoparticles for drug delivery. *Nature Reviews Drug Discovery*, **2021**, *20*, 101-124.
- Advances in Biomaterials for Drug Delivery. *Advanced Materials*, **2018**, *30*, 1705328.
- Nano based drug delivery systems: recent developments and future prospects. *Journal of Nanobiotechnology*, **2018**, *16*, 71.
- Design of polymeric nanoparticles for biomedical delivery applications. *Chemical Society Reviews*, **2012**, *41*, 2545-2561.
- Smart drug delivery systems: from fundamentals to the clinic, *Chemical Communications*, **2014**, *50*, 7743-7765.

Stimuli-responsive polymers

- Emerging porous organic polymers for biomedical applications. *Chemical Society Reviews*. **2022**, *51*, 1377.
- Stimuli-responsive polymers and their applications. *Polymer Chemistry*, **2017**, *8*, 127-143.
- Emerging applications of stimuli-responsive polymer materials. *Nature Materials*, **2010**, *9*, 101-113.
- Stimuli-responsive nanocarriers for drug delivery. *Nature Materials*, **2013**, *12*, 991-1003.
- Dual and multi-stimuli responsive polymeric nanoparticles for programmed site-specific drug delivery. *Biomaterials*, **2013**, *34*, 3647-3657.
- Thermoresponsive hydrogels in biomedical applications. *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics*, **2008**, *68*, 34-45.
- Multifunctional, stimuli-sensitive nanoparticulate systems for drug delivery. *Nature Reviews*, **2014**, *13*, 813-827.

Biodegradable polymers

- Polymer-based biomaterials for pharmaceutical and biomedical applications: A focus on topical drug administration. *European Polymer Journal*, **2023**, 187, 111868.
- Biodegradable polymers in drug delivery and oral vaccination. *European*

Polymer Journal, **2021**, *142*, 110155.
- Biodegradable Polymeric Nanoparticles for Drug Delivery to Solid Tumors. *Frontiers in Pharmacology*. **2021**, *2*, 601626.
- Biodegradable polymers as biomaterials. *Progress in Polymer Sciences*, **2007**, *32*, 762-798.
- Biomedical Applications of Biodegradable Polymers. *Journal of Polymer Science Part B: Polymer Physics*, **2011**, *49*, 832-864.
- Design, functionalization strategies and biomedical applications of targeted biodegradable/biocompatible polymer-based nanocarriers for drug delivery. *Chemical Society Reviews*, **2013**, *42*, 1147.

Inorganic materials

- Inorganic nano-drug delivery systems for crossing the blood-brain barrier: Advances and challenges. *Coordination Chemistry Reviews*. **2023**, *494*, 245344.
- Engineering mesoporous silica nanoparticles for drug delivery: where are we after two decades? *Chemical Society Reviews*, **2022**, *51*, 5365-5451.
- An update on the applications and characteristics of magnetic iron oxide nanoparticles for drug delivery. *Expert Opinion on Drug Delivery*, **2022**, *19*, 321-335.
- Mesoporous Bioactive Glasses in Cancer Diagnosis and Therapy: Stimuli-Responsive, Toxicity, Immunogenicity, and Clinical Translation. *Advanced Science*, **2021**, *14*, 2102678.
- Bioactive glass: A multifunctional delivery system. *Journal of Controlled Release*, **2021**, *335*, 481-497.
- Multifunctional Gold Nanoparticles for Improved Diagnostic and Therapeutic Applications: A Review. *Nanoscale Research Letters*, **2021**, *16*, 174.
- Drug Delivery with Carbon-Based Nanomaterials as Versatile Nanocarriers: Progress and Prospects. *Frontiers in Nanotechnology*, **2021**, *3*, 644564.
- Metallic nanoparticles as drug delivery system for the treatment of cancer. *Expert Opinion on Drug Delivery*, **2021**, *18*, 1261-1290.
- Multifunctional Gold Nanoparticles: A Novel Nanomaterial for Various Medical Applications and Biological Activities. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*. **2020**, *8*, 990.

Liposomes and lipid nanoparticles

- Lipid-Based Nanoparticles for Drug/Gene Delivery: An Overview of the Production Techniques and Difficulties Encountered in Their Industrial Development. ACS Materials Au, **2023**, 3, 600-619.
- Targeted liposomal drug delivery: a nanoscience and biophysical perspective. *Nanoscale Horizons*, **2021**, *6*, 78-94.
- Lipid Nanoparticles for Drug Delivery. *Advanced NanoBiomed Research*. **2022**,

2, 2100109.

Magnetic nanoparticles

- Therapeutic applications of magnetic nanoparticles: recent advances. Materials Advances, **2022**, 3, 7425.
- Superparamagnetic iron oxide nanoparticles for magnetic hyperthermia: recent advancements, molecular effects, and future directions in the omics era. *Biomaterials Science*, **2022**, *10*, 2103-2121.
- Magnetic nanoparticles in biomedical applications: A review. *Applied Surface Science Advances*, **2021**, *6*, 100163.

Gene delivery

- Lipid carriers for mRNA delivery. Acta Pharmaceutica Sinica B. **2023**, 13, 4105-4126.
- Drug delivery systems for RNA therapeutics. *Nature Reviews Genetics*, **2022**, *23*, 265-280.
- Nanodelivery of nucleic acids. *Nature Reviews Methods Primers*, **2022**, 2, 24.
- Polymer-based non-viral vectors for gene therapy in the skin. *Polymer Chemistry*. **2022**, *13*, 718-735.
- Overcoming barriers in non-viral gene delivery for neurological applications. *Nanoscale*. **2022**, *14*, 3698
- Osteoporosis Remission and New Bone Formation with Mesoporous Silica Nanoparticles. *Advanced Science*. **2021**, *8*, 2101107.
- Nanoparticles—From Liposomes to mRNA Vaccine Delivery, a Landscape of Research Diversity and Advancement. ACS Nano. **2021**, *15*, 16982-17015.
- Lipid nanoparticles for mRNA delivery. *Nature Reviews Materials*, **2021**, *6*, 1078-1094.