

BIOFABRICACIÓN Y MICRO/NANO (BIO)- SENSORIZACIÓN

**Máster Universitario en Ciencias y
Tecnologías Analíticas y Bioanalíticas**

Curso Académico 2026/2027
2º Cuatrimestre

GUÍA DOCENTE

Nombre de la asignatura:	BIOFABRICACIÓN Y MICRO/NANO (BIO)-SENSORIZACIÓN
Código:	203071
Titulación en la que se imparte:	MÁSTER UNIVERSITARIO EN CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS ANALÍTICAS Y BIOANALÍTICAS
Departamento y Área de Conocimiento:	Departamento de Bioingeniería, Universidad Carlos III De Madrid Departamento de Química Analítica, Química Física e Ingeniería Química, Universidad de Alcalá Departamento de Química Analítica, Universidad Complutense de Madrid
Carácter:	OPTATIVA
Créditos ECTS:	6 (4.5 teóricos + 1.5 prácticos)
Curso y cuatrimestre:	1º - 2º Cuatrimestre
Profesorado:	Profesores participantes de las universidades de Alcalá, Complutense de Madrid y Carlos III Coordinadora: Leticia Valencia Blanco (lvalenci@ing.uc3m.es)
Horario de Tutoría:	Flexible con cita previa
Idioma en el que se imparte:	Castellano

1.a PRESENTACIÓN

El objetivo central de esta asignatura es proporcionar conocimientos sobre el diseño, principios y aplicaciones de técnicas y tecnologías de vanguardia de (bio)fabricación y de micro y nano (bio)sensorización y su aplicación a la resolución de problemáticas (bio)analíticas con especial énfasis en el ámbito biomédico para el estudio y seguimiento de enfermedades, así como para su diagnóstico y pronóstico.

Se iniciará la asignatura con una introducción de los fundamentos de las micro y nanotecnologías analíticas para biosensorización así como las tecnologías vanguardistas en el análisis descentralizado para aplicaciones en biomedicina y diagnóstico basadas de lab-on-a-chip y tecnologías en el punto de cuidado o de necesidad. A continuación, se abordarán las técnicas de microfabricación y de nano y bioimpresión en 3D. Seguidamente, se estudiarán los diseños y aplicaciones de los sistemas biomédicos microelectromecánicos (BioMEMS) y organ-on-a-chip, dos tecnologías emergentes que han revolucionado y continúan haciéndolo la investigación biomédica. En este contexto, se estudian también los diseños, principios y aplicaciones de la biosensórica microfluídica, con especial hincapié en la

microfluídica electroquímica. Finalmente, se abordarán tecnologías y aproximaciones en la vanguardia de la biosensorización para aplicaciones biomédicas y de salud pública como son el desarrollo de laboratorios mínimamente invasivos y la tecnología de micromotores analíticos como nuevos paradigmas en el ámbito del biosensado.

1.b PRESENTATION (en inglés)

The main objective of this course is to provide knowledge about the design, principles, and applications of cutting-edge (bio)manufacturing and micro and nano (bio)sensory techniques and technologies and their application to the resolution of (bio)analytical problems with special emphasis on the biomedical field for the study and monitoring of diseases, as well as for their diagnosis and prognosis.

The subject will be introduced to the fundamentals of biosensing analytical micro- and nanotechnologies and cutting-edge technologies in decentralized analysis focusing on applications in biomedicine and diagnosis based on lab-on-a-chip and point-of-care technologies. Next, microfabrication and nano- and 3D bioprinting techniques will be addressed. Then, the designs and applications of biomedical microelectromechanical systems (BioMEMS) and organ-on-a-chip will be studied, two emerging technologies that have and continue to revolutionize biomedical research. In this context, the designs, principles, and applications of microfluidic biosensing will also be studied, with special emphasis on electrochemical microfluidics. Finally, technologies and approaches at the forefront of biosensing for biomedical and public health applications will be addressed, such as the development of minimally invasive laboratories and analytical micromotors technology as new paradigms in the field of biosensing.

2. COMPETENCIAS Y RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Resultados del proceso de enseñanza y aprendizaje

- Adquirir conocimiento altamente especializado en ámbitos específicos de gran relevancia de las Ciencias y Tecnologías Analíticas y Bioanalíticas.
- Adquirir la capacidad para abordar problemáticas que requieren de un conocimiento científico técnico altamente especializado en ámbitos específicos de gran relevancia de las Ciencias y Tecnologías Analíticas y Bioanalíticas.
- Identificar las fronteras del conocimiento científico-técnico en ámbitos de selección de las Ciencias y Tecnologías Analíticas y Bioanalíticas.
- Identificar el ecosistema de tendencias, retos y oportunidades de las Ciencias y Tecnologías Analíticas y Bioanalíticas más vanguardista en el marco de Salud y del Desarrollo Sostenible.
- Conocer la vanguardia del conocimiento científico-técnico de las Ciencias y Tecnologías Analíticas y Bioanalíticas.

3. CONTENIDOS

Bloques de contenido	Total de clases, créditos u horas
Tema 1. Micro y nanotecnologías de (bio)sensorización de vanguardia. 1.1. Tendencias y fronteras en (ultra)miniaturización analítica. 1.2. Análisis descentralizado: tecnologías POCT y PON. 1.3. Tecnologías vanguardistas basadas en micro y nanotecnologías analíticas. 1.4. Tecnología lab-on-a-chip. (Bio)sensórica portátil. (Bio)sensórica en sistemas biológicos. Aplicaciones en el ámbito de la (bio)medicina.	Sesiones expositivas: 2 h
Tema 2. Técnicas de microfabricación. Nano y bioimpresión en 3D. 2.1. Métodos litográficos: Fotolitografía, litografía por haz de electrones, litografía por grabado, deposición y crecimiento de materiales. Litografía blanda. 2.2. Nanofabricación: deposición química en fase vapor, litografía de haz de iones enfocados, nanolitografía. 2.3. Impresión 3D: tecnologías de impresión por inyección de tinta, estereolitografía y extrusión. Tecnologías de bioimpresión 3D. Aplicaciones biomédicas.	Sesiones expositivas: 2 h Seminarios: 4 h

Tema 3. Sistemas biomédicos microelectromecánicos (BioMEMS) y tecnología organ-on-chip (OOC). 3.1. Tipos de BioMEMS: biosensores, microdispositivos para administración de fármacos. 3.2. Materiales para la fabricación de BioMEMS y técnicas de microfabricación. 3.3. Aplicaciones. Modelos miniaturizados de órganos humanos: tecnología organ-on-chip. 3.4. Requerimientos, limitaciones y aplicaciones en diagnóstico de enfermedades, la investigación de fármacos, la toxicología y la medicina personalizada.	Sesiones expositivas: 2 h Seminarios: 4 h
Tema 4. (Bio)sensórica microfluídica: diseño, principios y aplicaciones (bio)analíticas. 4.1. Microfluídica analítica: concepto y clasificación. 4.2. Diseño y desarrollo de sistemas microfluídicos. Microfluídica (electroquímica) de bajo coste. 4.3. Tecnologías de xurografía, impresión 3D y papel. 4.4. Tecnología serigrafiada en sustratos flexibles y desechables. 4.5. Aplicaciones analíticas y bioanalíticas en los ámbitos de la seguridad alimentaria, diagnóstico clínico, biomedicina y análisis forense.	Sesiones expositivas: 4 h Seminarios: 4 h
Tema 5. Diseño y desarrollo de laboratorios mínimamente invasivos 5.1. Diseño y fabricación de dispositivos (bio)electrónicos portátiles: retos del análisis no-invasivo y corporal. 5.2. Micro-/nano-transportadores de control magnético, (bio)sensórica vestibular y basada en microagujas y dispositivos ingeribles en la exploración de fluidos biológicos. 5.3. Aplicaciones en nutrición y medicina personalizada	Sesiones expositivas: 3 h Seminarios: 10 h

Tema 6. Micro y nanomotores: concepto, principios y aplicaciones (bio)analíticas.

6.1. Concepto de micro y nanomotor. Síntesis, tipos y caracterización de micromotores.

6.2. Propulsión en la micro y nanoescala: (foto)catalítica y magnética.

6.3. Control y comportamiento colectivo de los micromotores: el efecto enjambre.

6.4. Aplicaciones analíticas y bioanalíticas en los ámbitos de la seguridad alimentaria, diagnóstico clínico, biomedicina y análisis forense.

Sesiones expositivas: 2 h

Seminarios: 2 h

Prácticas de laboratorio

Práctica 1. Técnicas de fabricación. Dispositivos modelo organ-on-chip por tecnología soft-lithography.

Práctica 2. Bioimpresión 3D—diseño 3D del andamiaje, evaluación de la imprimibilidad de la biotinta, biocompatibilidad celular.

Práctica 3. Microfluídica electroquímica empleando tecnologías de impresión 3D y/o de papel para aplicaciones de diagnóstico.

Práctica 4. (Bio)sensores ingeribles basados en materiales alimentarios: fabricación y aplicación en fluidos biológicos complejos y/o desnaturizantes.

Práctica 5. Micromotores catalíticos para aplicaciones de diagnóstico.

15 h

4. METODOLOGÍAS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE- ACTIVIDADES FORMATIVAS

4.1. Distribución de créditos (especificar en horas)

Actividades formativas	Horas
Presencialidad o interactividad síncrona	Clases de teoría: 15 h Seminarios: 24 h Prácticas de laboratorio: 15 h

	Presentación de trabajos y actividades de evaluación: 6 h
Trabajo autónomo del estudiante:	90 h
Total horas	150 h

4.2. Metodologías, materiales y recursos didácticos

Metodologías	Materiales y recursos didácticos
MD01. Exposición de temas por el profesor (lecciones magistrales).	
MD02. Aprendizaje colaborativo: debate y resolución de casos, seminarios y problemas prácticos fomentando la colaboración y el intercambio de conocimientos.	• Material audiovisual. • Libros relacionados con la materia de la asignatura. • Bases de datos disponibles en las bibliotecas de cada universidad.
MD03. Aprendizaje basado en proyectos: trabajos desarrollados por el estudiante aplicando los conocimientos y habilidades adquiridas.	• Laboratorios y equipamiento de las Universidades y grupos de investigación participantes para la realización de las prácticas.
MD04. Aprendizaje invertido: actividades de aplicación, discusión y profundización en clase a partir de materiales de aprendizaje.	• Plataforma Virtual Blackboard Collaborate, Moodle.

5. EVALUACIÓN: Procedimientos, criterios de evaluación y de calificación

“Durante el desarrollo de las pruebas de evaluación han de seguirse las pautas marcadas en el Reglamento por el que se establecen las Normas de Convivencia de las Universidades participantes, así como las posibles implicaciones de las irregularidades cometidas durante dichas pruebas, incluyendo las consecuencias por cometer fraude académico según el Reglamento de Régimen Disciplinario del Estudiantado de las Universidades participantes”.

Evaluación continua:

Todo el proceso de evaluación estará inspirado en la evaluación continua del estudiante, de tal forma que se garantice la adquisición tanto de los contenidos como de las competencias

de la asignatura. La evaluación se adecua a los establecido en la normativa de evaluación de los aprendizajes de las universidades participantes (UAH, UCM, UC3M)¹.

Para la evaluación del estudiantado se tendrán en cuenta los sistemas de evaluación y porcentajes que aparecen en la siguiente tabla:

Sistemas de evaluación	Tipo de prueba	PORCENTAJE ORDINARIA	PORCENTAJE EXTRAORDINARIA	PORCENTAJE FINAL
SE01.	Pruebas escritas	40	40 ^a	50
SE02.	Informes de resolución de casos, supuestos y problemas.	10	10	---
SE03.	Debate y discusión durante las actividades presenciales	10	10	---
SE04.	Rúbricas de elaboración, exposición y defensa de trabajos	10	10 ^a	30
SE05.	Rúbricas de ejecución y seguimiento del trabajo experimental	20 ^b	20	20
SE06.	Informe crítico de textos científicos, conferencias y seminarios	10	10	---

^a Este se volverá a evaluar en la convocatoria extraordinaria.

^b La asistencia a las sesiones de prácticas de laboratorio será obligatoria.

• Convocatoria ordinaria

Será necesario obtener una puntuación mínima de 4,0 sobre 10 en la prueba escrita (SE01) para tener en cuenta las contribuciones de SE02, SE03, SE04, SE05 y SE06 en la calificación final.

Para superar la asignatura en la convocatoria ordinaria se ha de obtener una calificación superior o igual a 5,0.

• Convocatoria extraordinaria

Aquellos estudiantes que no superen la asignatura en la convocatoria ordinaria tendrán derecho a otra convocatoria extraordinaria.

- Se realizará una prueba escrita (SE01) en la fecha establecida en el periodo de evaluación extraordinaria. Será necesario obtener una puntuación mínima de 4,0 sobre 10 en este apartado para tener en cuenta las demás contribuciones en la calificación final. En caso de no alcanzarse dicha puntuación, el estudiante tendrá una calificación de suspenso en la convocatoria extraordinaria.
- Se realizará un trabajo propuesto por el profesorado que deberá ser expuesto y defendido en público (SE04).

¹ Normativa de evaluación de los aprendizajes de la UAH: <https://www.uah.es/export/sites/uah/es/conoce-la-uah/organizacion-y-gobierno/galleries/Galeria-Secretaria-General/Normativa-Evaluacion-Aprendizajes.pdf>.

Normativa UCM: <https://www.ucm.es/sistema-de-evaluacion>

Normativa UC3M: https://www.uc3m.es/uc3m/media/uc3m/normativa/doc/docnor_normativa-de-la-comision-de-evaluacion-academica-normativa-de-la-comision-de-evaluacion-academica.docx.pdf.

- Se mantendrán las calificaciones obtenidas durante el curso en los restantes sistemas de evaluación (SE02, SE03, SE05 y SE06).

Para superar la asignatura en la convocatoria extraordinaria se ha de obtener una calificación superior o igual a 5,0.

Evaluación final:

El estudiantado podrá acogerse a la evaluación final, sin perjuicio de que sus causas tengan que ser valoradas en cada caso concreto, la realización de prácticas presenciales, las obligaciones laborales, las obligaciones familiares, los motivos de salud y la discapacidad. El hecho de seguir los estudios a tiempo parcial no otorga por sí mismo el derecho a optar por la evaluación final.

Los estudiantes de Máster Universitario, para acogerse a la evaluación final, tendrán que solicitarlo por escrito al director del Máster en las dos primeras semanas de impartición de la asignatura, explicando las razones que le impiden seguir el sistema de evaluación continua. En el caso de aquellos estudiantes que por razones justificadas no tengan formalizada su matrícula en la fecha de inicio del curso o del periodo de impartición de la asignatura, el plazo indicado comenzará a computar desde su incorporación a la titulación. El director de Máster deberá valorar las circunstancias alegadas por el estudiante y tomar una decisión motivada. Transcurridos 15 días hábiles sin que el estudiante haya recibido respuesta expresa por escrito a su solicitud, se entenderá que ha sido estimada.

Para la evaluación del estudiantado se tendrán en cuenta los sistemas de evaluación y porcentajes que aparecen en la tabla anterior.

- Se realizará una prueba escrita (SE01) en la fecha establecida. Será necesario obtener una puntuación mínima de 4,0 sobre 10 en este apartado para tener en cuenta las demás contribuciones en la calificación final. En caso de no alcanzarse dicha puntuación, el estudiante tendrá una calificación de suspenso.
- Se realizará un trabajo propuesto por el profesorado que deberá ser expuesto y defendido en público (SE04).

La metodología de enseñanza-aprendizaje y el proceso de evaluación se ajustarán cuando sea necesario, con las orientaciones de la Unidad de Atención a la Diversidad, para aplicar adaptaciones curriculares a los estudiantes con necesidades específicas.

6. BIBLIOGRAFÍA

1. A. Ríos, A. Escarpa, B. Simonet. Miniaturization of Analytical Systems: principles, designs and applications. (2009) Wiley. ISBN:9780470061107
2. C. D. García, A.G. Crevillén, A. Escarpa Carbon-based nanomaterials in analytical chemistry, RSC Detection science series. (2019) Royal Society of Chemistry. ISBN: 978-1-78801-275-1
3. M. Guvendiren. 3D Bioprinting in Medicine: Technologies, bioinks, and applications. (2019) Springer International Publishing AG. ISBN: 9780128030301
4. I. T. Ozbolat. 3D bioprinting: Fundamentals, principles, and applications. (2016) Elsevier. ISBN: 9780128030301

5. J. P. Davim. Microfabrication and precision engineering: Research and development. (2017) Woodhead Publishing. ISBN: 978-0857094858
6. S. Chakraborty. Microfluidics and microfabrication. (2010) Springer. ISBN: 978-1-4419-1543-6
7. M. Ferrari, R. Bashir, S. Wereley, BioMEMS and biomedical nanotechnology. Volume IV: Biomolecular sensing, processing and analysis. (2007) Springer. ISBN: 978-0-387-25845-4
8. S. Hosseini, M. A. Espinosa-Hernandez, R. Garcia-Ramirez, A. S. Cerda-Kipper, S. Reveles-Huizar, L. Acosta-Soto. BioMEMS: Biosensing Applications. (2021) Springer. ISBN: 978-981-15-6381-2
9. P. V. Mōhanan. Microfluidics and multi organs on chip. (2022) Springer. ISBN: 9811913811
10. S. Thomas, M. Ahmadi, A. Afkhami, T. Madrakian, T. A. Nguyen. Micro-and nanotechnology enabled applications for portable miniaturized analytical systems. (2021) Elsevier. ISBN: 9780128237274
11. M. Ahmadi, A. Afkhami, T. Madrakian. Magnetic nanomaterials in analytical chemistry. (2021) Elsevier. ISBN: 978-0-12-822131-0
12. G. V. Kurlyandskaya. Magnetic materials based biosensors. (2018) MDPI. ISBN: 978-3-03897-255-6
13. E. Morales-Narváez, C. Dincer. Wearable physical, chemical and biological sensors: fundamentals, materials and applications. (2022) Elsevier. ISBN: 978-0-12-821661-3
14. K. Mitsubayashi. Wearable biosensing in medicine and healthcare. (2024) Springer Nature. ISBN: 978-981-99-8121-2
15. H. X. Nguyen. Microneedles. The future of drug delivery. (2024) CRC Press. ISBN: 978-0-367-26650-9
16. J. Wang. Nanomachines: Fundamentals and Applications, Wiley-VCH (2013). ISBN: 978-3-527-65147-4