

Guía docente de la asignatura

## Ingeniería Tisular Básica (M35/56/2/7)

Fecha de aprobación por la Comisión Académica: 07/06/2023

**Máster**

Máster Universitario en Ingeniería Tisular y Terapias Avanzadas

**MÓDULO**

Módulo II. Conceptual Básico de Ingeniería Tisular

**RAMA**

Ciencias de la Salud

**CENTRO RESPONSABLE DEL TÍTULO**

Escuela Internacional de Posgrado

**Semestre**

Anual

**Créditos**

4

**Tipo**

Obligatorio

**Tipo de enseñanza**

### PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES

No hay prerrequisitos específicos salvo haber cursado una carrera del área de ciencias de la salud o afín.

### BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (Según memoria de verificación del Máster)

El curso desarrolla las bases teóricas de la ingeniería tisular humana. Dichas bases se establecen, en primer lugar, a través del estudio de los tres pilares fundamentales, sobre la que asienta esta nueva ciencia interdisciplinaria: las células, los soportes o biomateriales y las señales químicas. En segundo lugar se estudiarán las diferentes técnicas de biofabricación para la generación tejidos artificiales para su aplicación en medicina regenerativa. En tercer lugar, se analizarán las diferentes aplicaciones de la ingeniería tisular en los distintos sistemas corporales del ser humano (vascular, digestivo, locomotor, respiratorio, urinario, nervioso, hematopoyético, etc.) y diversos modelos de biofabricación.

### COMPETENCIAS

#### COMPETENCIAS BÁSICAS

- CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser



originales en 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.

### COMPETENCIAS GENERALES

- CG01 - Aplicar el conocimiento especializado (conceptos, principios, teorías, etc.) en los tejidos humanos y artificiales para la resolución de problemas, en el contexto médico-sanitario y de comunicación
- CG02 - Aplicar el conocimiento, las habilidades y destrezas metodológicas necesarias para la resolución de problemas vinculados a la ingeniería tisular, en el contexto médico-sanitario y de comunicación
- CG03 - Integrar los conocimientos adquiridos conceptuales y metodológicos para formular juicios de complejidad variable en relación con problemas relacionados con la terapia celular mediante protocolos de ingeniería tisular, en el contexto médico-sanitario y de comunicación
- CG04 - Elaborar y evaluar protocolos de ingeniería tisular sustentados en el conocimiento, la metodología y los criterios de control de calidad para la utilización terapéutica de los tejidos artificiales en el contexto médico-sanitario y de comunicación

### COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

- CE01 - Que los estudiantes sean capaces de contribuir a la generación de conocimiento en el ámbito de los tejidos artificiales humanos y animales mediante Ingeniería Tisular
- CE02 - Que los estudiantes sean capaces de participar en la elaboración de protocolos de construcción de tejidos artificiales viables para su utilización en el ámbito de las terapias avanzadas, la industria, la transferencia tecnológica y el desarrollo sostenible.
- CE03 - Que los estudiantes sean capaces de elaborar documentos científicos y profesionales relacionados con el ámbito de la ingeniería tisular y las terapias avanzadas de acuerdo con las competencias generales establecidas en el programa

### COMPETENCIAS TRANSVERSALES

- CT01 - Adquirir la capacidad crítica y autocrítica
- CT02 - Adquirir la capacidad de análisis y síntesis
- CT04 - Fomentar la capacidad de trabajar en un equipo multidisciplinar
- CT05 - Fomentar la capacidad para buscar y analizar información desde diferentes fuentes
- CT06 - Desarrollar la elaboración de composiciones escritas o argumentos motivados, la redacción de planes, proyectos o artículos científicos



- CT07 - Desarrollar la emisión de juicios en función de criterios, de normas externas o de reflexiones personales que sustenten las responsabilidades sociales y éticas que se deriven de las aplicaciones de los mismos
- CT08 - Efectuar la presentación pública de ideas, procedimientos e informes de investigación
- CT11 - Adquirir las habilidades de investigación
- CT12 - Desarrollar la capacidad de escritura científica

## RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Objetivos)

- Conocer las bases y los componentes de la ingeniería tisular humana.
- Conocer los tipos de células que se utilizan en ingeniería tisular, sus características y los métodos para su obtención en laboratorio.
- Conocer los tipos de biomateriales que se utilizan en ingeniería tisular, sus características y su síntesis, purificación y utilización en laboratorio.
- Conocer las diferentes señales, factores de crecimiento y métodos de biofabricación que permiten generar un tejido artificial en laboratorio.
- Diseñar protocolos de ingeniería tisular para aplicaciones en cada órgano, sistema y aparato del organismo humano.
- Integrar los conocimientos hasta ahora alcanzados para diseñar un tejido mediante ingeniería tisular.

## PROGRAMA DE CONTENIDOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS

### TEÓRICO

#### Unidades temáticas:

#### Unidad I: Bases conceptuales de la ingeniería tisular:

1. Concepto histórico y actual del desarrollo de la Ingeniería tisular y las terapias avanzadas en el paradigma científico y médico.
2. Componentes básicos para la generación de tejidos artificiales.
3. Células y tejidos en ingeniería tisular.
4. Biomateriales: Propiedades y clasificación de los biomateriales.
5. Tecnología y diseño en la construcción de los tejidos artificiales: Ingeniería tisular por transferencia de células, por inducción y por elaboración de constructos.
6. Tecnología y diseño en la construcción de los tejidos artificiales: Ingeniería tisular por descelularización de matrices biológicas.
7. \*Control de calidad de los tejidos artificiales: histológicos, genéticos y reológicos.

#### \*\*Unidad II: Ingeniería tisular aplicada:

1. Ingeniería tisular de la piel y la mucosa oral.
2. Técnicas de tejidos esqueléticos: cartílago, hueso, músculo, tendón.
3. Ingeniería tisular neural.
4. Ingeniería tisular en oftalmología, modelos de córnea y esclera.
5. Técnicas de biofabricación de esferoides, microtejidos y organoides para su uso en ingeniería tisular.



\*Estos contenidos se imparten en coordinación con otras asignaturas del programa.

\*\* Se imparten en modalidad de seminario y durante el desarrollo del ciclo de conferencias (V Conferences in Applied Tissue Engineering) contemplado en la asignatura.

El Ciclo de Conferencias será impartido por profesores invitados nacionales e internacionales, y forma parte de esta asignatura, así como el plan de internacionalización del programa.

## PRÁCTICO

Los contenidos de las actividades prácticas son los siguientes:

1. El laboratorio de cultivo celular e ingeniería tisular.
2. Generación y evaluación de cultivos celulares y tisulares.
3. Elaboración de biomateriales y tejidos artificiales.
4. Control de calidad de células y tejidos.

**IMPORTANTE:** Las actividades prácticas de esta asignatura se realizarán en coordinación con los módulos de la asignatura Nº 15. **Prácticas en Ingeniería Tisular y Terapias Avanzadas**

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL

#### Libros:

- Albanna, M., & Holmes IV, J. H. (2016). Skin tissue engineering and regenerative medicine. Academic Press.
- Brown, R. Extreme Tissue Engineering, Concepts and Strategies for Tissue Fabrication. Wiley-Blackwell, London. 2013.
- Campos A. Cuerpo, histología y medicina. Discurso de ingreso. Real Academia Nacional de Medicina. Madrid. 2004.
- Lanza, R., Langer, R., Vacanti, J. P., & Atala, A. (Eds.). (2020). Principles of tissue engineering. Academic press.
- Phillips, J, Hercher, D., Hausner, T. (2021) Peripheral Nerve Tissue Engineering and Regeneration. Reference Series in Biomedical Engineering. Springer Cham.
- Santra, T. S., & Mohan, L. (Eds.). (2021). Nanomaterials and Their Biomedical Applications (Vol. 16). Springer Nature.
- Van Blitterswijk, C. de Boer, J. (2015) Tissue Engineering, Second Edition. Academic press, Elsevier.
- Vunjak-Novakovic, G., & Freshney, R. I. (Eds.). (2006). Culture of cells for tissue engineering (Vol. 7). John Wiley & Sons.

### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

#### Selección de artículos originales y de revisiones:

- Alaminos M, Sánchez-Quevedo MC, Muñoz-Avila JI, Serrano D, Medialdea S, Carreras I,



- Campos A. Construction of a complete rabbit cornea substitute using a fibrin-agarose scaffold. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* 2006. 47(8):3311-3317.
- Bonhome-Espinosa AB, Campos F, Durand-Herrera D, Sánchez-López JD, Schaub S, Durán JDG, Lopez-Lopez MT, Carriel V. In vitro characterization of a novel magnetic fibrin-agarose hydrogel for cartilage tissue engineering. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2020. 104:103619.
  - Campos F, Bonhome-Espinosa AB, Chato-Astrain J, Sánchez-Porras D, García-García ÓD, Carmona R, López-López MT, Alaminos M, Carriel V, Rodríguez IA. Evaluation of Fibrin-Agarose Tissue-Like Hydrogels Biocompatibility for Tissue Engineering Applications. *Front Bioeng Biotechnol.* 2020. 16;8:596.
  - Campos F, Bonhome-Espinosa AB, Vizcaino G, Rodríguez IA, Duran-Herrera D, López-López MT, Sánchez-Montesinos I, Alaminos M, Sánchez-Quevedo MC, Carriel V. Generation of genipin cross-linked fibrin-agarose hydrogel tissue-like models for tissue engineering applications. *Biomed Mater.* 2018.13(2):025021
  - Campos, A. La célula y el tejido como medicamento. De la médula ósea al sistema nervioso. *Discurso de apertura. Universidad de Granada.* 2013.
  - Carriel V, Alaminos M, Garzón I, Campos A, Cornelissen M. Tissue engineering of the peripheral nervous system. *Expert Rev Neurother.* 2014 Mar;14(3):301-18.
  - Carriel V, Garzón I, Jiménez JM, Oliveira AC, Arias-Santiago S, Campos A, Sánchez-Quevedo MC, Alaminos M. Epithelial and stromal developmental patterns in a novel substitute of the human skin generated with fibrin-agarose biomaterials. *Cells Tissues Organs* 2012.196(1):1-12.
  - Carriel V, Vizcaino-López G, Chato-Astrain J, Durand-Herrera D, Alaminos M, Campos A, Sánchez-Montesinos I, Campos F. Scleral surgical repair through the use of nanostructured fibrin/agarose-based films in rabbits. *Exp Eye Res.* 2019. 186:107717.
  - Chato-Astrain J, Campos F, Roda O, Miralles E, Durand-Herrera D, Sáez-Moreno JA, García-García S, Alaminos M, Campos A, Carriel V. In vivo Evaluation of Nanostructured Fibrin-Agarose Hydrogels With Mesenchymal Stem Cells for Peripheral Nerve Repair. *Front Cell Neurosci.* 2018. 18;12:501.
  - Chato-Astrain J, Philips C, Campos F, Durand-Herrera D, García-García OD, Roosens A, Alaminos M, Campos A, Carriel V. Detergent-based decellularized peripheral nerve allografts: An in vivo preclinical study in the rat sciatic nerve injury model. *J Tissue Eng Regen Med.* 2020. 14(6):789-806.
  - Fisher, JF, Mikos AG, Bronzino JD, Peterson DR. *Tissue Engineering: Principles and Practices.* CRC Press. New York. 2017.
  - García-García ÓD, El Soury M, González-Quevedo D, Sánchez-Porras D, Chato-Astrain J, Campos F, Carriel V. Histological, Biomechanical, and Biological Properties of Genipin-Crosslinked Decellularized Peripheral Nerves. *Int J Mol Sci.* 2021 Jan 12;22(2):674.
  - Licerias-Licerias E, Garzón I, España-López A, Oliveira AC, García-Gómez M, Martín-Piedra MÁ, Roda O, Alba-Tercedor J, Alaminos M, Fernández-Valadés R. Generation of a bioengineered autologous bone substitute for palate repair: an in vivo study in laboratory animals. *J Tissue Eng Regen Med.* 2017. 11(6):1907-1914
  - Philips C, Cornelissen M, Carriel V. Evaluation methods as quality control in the generation of decellularized peripheral nerve allografts. *J Neural Eng.* 2018 Apr;15(2):021003. doi: 10.1088/1741-2552/aaa21a.
  - Rico-Sánchez L, Garzón I, González-Andrades M, Ruíz-García A, Punzano M, Lizana-Moreno A, Muñoz-Ávila JI, Sánchez-Quevedo MDC, Martínez-Atienza J, Lopez-Navas L, Sanchez-Pernaute R, Oruezabal RI, Medialdea S, Gonzalez-Gallardo MDC, Carmona G, Sanbonmatsu-Gámez S, Perez M, Jimenez P, Cuende N, Campos A, Alaminos M. Successful development and clinical translation of a novel anterior lamellar artificial cornea. *J Tissue Eng Regen Med.* 2019 Dec;13(12):2142-2154. doi: 10.1002/term.2951. Epub 2019 Oct 25.
  - Sánchez-Porras D, Durand-Herrera D, Paes AB, Chato-Astrain J, Verplancke R, Vanfleteren J, Sánchez-López JD, García-García ÓD, Campos F, Carriel V. Ex Vivo





Generation and Characterization of Human Hyaline and Elastic Cartilaginous Microtissues for Tissue Engineering Applications. *Biomedicine*. 2021 Mar 12;9(3):292

- Santisteban-Espejo A, Campos F, Chato-Astrain J, Durand-Herrera D, García-García O, Campos A, Martín-Piedra MA, Moral-Munoz JA. Identification of Cognitive and Social Framework of Tissue Engineering by Science Mapping Analysis. *Tissue Eng Part C Methods*. 2019 25(1):37-48.
- Santisteban-Espejo A, Campos F, Martín-Piedra L, Durand-Herrera D, Moral-Munoz JA, Campos A, Martín-Piedra MA. Global Tissue Engineering Trends: A Scientometric and Evolutive Study. *Tissue Eng Part A*. 2018 24(19-20):1504-1517.

## ENLACES RECOMENDADOS

- Departamento de histología: <https://histologiaugr.es/>
- Página del título: <https://masteres.ugr.es/terapiacelular/>
- Libros open Access: <https://www.intechopen.com/books/subject/tissue-engineering-and-regenerative-medicine>
- \*Biblioteca electrónica UGR: [https://biblioteca.ugr.es/pages/biblioteca\\_electronica/bases\\_datos/web-of-knowledge](https://biblioteca.ugr.es/pages/biblioteca_electronica/bases_datos/web-of-knowledge)
- \*Clinical Key, LIBRO Técnicas en histología y biología celular, 2.ª edición, sección ingeniería tisular: <https://www.clinicalkey.com/student>

\*acceso con registro a través del correo institucional. Acceso externo mediante VPN.

## METODOLOGÍA DOCENTE

- MD01 Lección magistral/expositiva presencial (aprendizaje receptivo)
- MD02 Material docente documental en la red (aprendizaje receptivo)
- MD03 Sesiones de discusión y debate (aprendizaje participativo)
- MD04 Cuadernos audiovisuales en la red (aprendizaje-comprensivo)
- MD05 Resolución de problemas y estudio de casos prácticos (aprendizaje resolutivo)
- MD06 Prácticas de laboratorio
- MD07 Ejercicios de simulación
- MD08 Análisis de fuentes y documentos
- MD09 Realización de trabajos individuales
- MD10 Seguimiento del TFM
- MD11 Evaluación formativa en la red

## EVALUACIÓN (instrumentos de evaluación, criterios de evaluación y porcentaje sobre la calificación final)

### EVALUACIÓN ORDINARIA

### CONVOCATORIA ORDINARIA

El artículo 17 de la Normativa de Evaluación y Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada establece que la convocatoria ordinaria estará basada preferentemente en la evaluación continua del estudiante, excepto para quienes se les haya reconocido el derecho a la evaluación única final.



El sistema de calificaciones se expresará mediante calificación numérica de acuerdo con lo establecido en el art. 5 del R. D 1125/2003, de 5 de septiembre. La calificación global corresponderá a la puntuación ponderada de los diferentes aspectos y/o actividades que integran el sistema de evaluación de la asignatura, las cuales podrán consistir en las siguientes actividades:

- Esta asignatura contempla la realización de **2 trabajos** (ejercicios, cuestionarios y/o problemas), uno relacionado con los conceptos básicos en ingeniería tisular y terapias avanzadas, y otro en el ámbito de las matrices biológicas y biomateriales. **Cada trabajo tiene una ponderación del 40%** sobre la nota final de la asignatura y por tanto estos trabajos equivalen al **80% de la nota final**.
- Grado de participación y/o elaboración de informes, resúmenes etc. sobre la actividad **V Conferences in applied tissue engineering** desarrollada en el marco de la asignatura (20%).

### SISTEMA DE CALIFICACIÓN:

El sistema de calificaciones se expresará mediante calificación numérica de acuerdo con lo establecido en el artículo 22 de la Normativa de Evaluación y de Calificación de los estudiantes de la Universidad de Granada, aprobada el 26 de octubre de 2016 (texto consolidado):

- Suspenso: 0 a 4,9
- Aprobado: 5,0 a 6,9
- Notable: 7,0 a 8,9
- Sobresaliente: 9,0 a 10,0

### EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA

#### CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA

El artículo 19 de la Normativa de Evaluación y Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada establece que los estudiantes que no hayan superado la asignatura en la convocatoria ordinaria dispondrán de una convocatoria extraordinaria. A ella podrán concurrir todos los estudiantes, con independencia de haber seguido o no un proceso de evaluación continua. De esta forma, el estudiante que no haya realizado la evaluación continua tendrá la posibilidad de obtener el 100% de la calificación mediante la realización de una prueba y/o trabajo.

- Realización de un examen teórico-conceptual y/o trabajo bibliográfico de los contenidos de la asignatura (100%).

### EVALUACIÓN ÚNICA FINAL

El artículo 8 de la Normativa de Evaluación y Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada establece que podrán acogerse a la evaluación única final, el estudiante que no pueda cumplir con el método de evaluación continua por causas justificadas.

Para acogerse a la evaluación única final, el estudiante, en las dos primeras semanas de impartición de la asignatura o en las dos semanas siguientes a su matriculación si ésta se ha producido con posterioridad al inicio de las clases o por causa sobrevenidas. Lo solicitará, a través del procedimiento electrónico, a la Coordinación del Máster, quien dará traslado al profesorado correspondiente, alegando y acreditando las razones que le asisten para no poder seguir el sistema de evaluación continua.



La evaluación en tal caso consistirá en:

Realización de un examen teórico-conceptual y/o trabajo bibliográfico de la asignatura (100%).

### INFORMACIÓN ADICIONAL

En el transcurso del segundo cuatrimestre tendrá lugar un ciclo de conferencias "V CONFERENCES IN APPLIED TISSUE ENGINEERING" en el ámbito de la ingeniería tisular. Estas conferencias serán dictadas por algunos de los docentes colaboradores externos nacionales e internacionales del programa. El profesorado y los colaboradores se pueden consultar en el siguiente enlace:

<https://masteres.ugr.es/ingenieria-tisular-terapias-avanzadas/docencia/profesorado>

Estas actividades están financiadas por el PADMU 2023-2024.

Información de interés para estudiantado con discapacidad y/o Necesidades Específicas de Apoyo Educativo (NEAE): [Gestión de servicios y apoyos](https://ve.ugr.es/servicios/atencion-social/estudiantes-con-discapacidad) (<https://ve.ugr.es/servicios/atencion-social/estudiantes-con-discapacidad>).

