

Curso Académico: 2021/22

69707 - Materiales y tratamientos superficiales para prótesis e implantes

Información del Plan Docente

Año académico: 2021/22

Asignatura: 69707 - Materials and surface treatments for prostheses and implants

Centro académico: 110 - Escuela de Ingeniería y Arquitectura

Titulación: 633 - Máster Universitario en Ingeniería Biomédica

Créditos: 3.0

Curso: 1 y 2

Periodo de impartición: Segundo semestre

Clase de asignatura: Optativa

Materia:

1. Información Básica

1.1. Objetivos de la asignatura

El objetivo de la asignatura es dotar al alumno del conocimiento de que la interacción de los biomateriales con su entorno se realiza a través de su superficie la cual se puede alterar de forma intencionada con el objeto de tener un control sobre su comportamiento en aplicaciones como implantes y prótesis. En esta asignatura se describen las principales técnicas que permiten modificar la superficie de los biomateriales. También se tratan las principales técnicas para caracterizar esas superficies desde el punto de vista de su estructura y microestructura lo que permite obtener información de la modificación realizada y por lo tanto correlacionarla con el beneficio o deterioro de sus prestaciones en aplicaciones biomédicas.

Estos planteamientos y objetivos están alineados con algunos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, ODS, de la Agenda 2030 (<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>) y determinadas metas concretas, de tal manera que la adquisición de los resultados de aprendizaje de la asignatura proporciona capacitación y competencia al estudiante para contribuir en cierta medida a su logro:

ODS.9. Industria, Innovación e Infraestructura: 9.5: Aumentar la investigación científica y mejorar la capacidad tecnológica de los sectores industriales de todos los países, en particular los países en desarrollo, entre otras cosas fomentando la innovación y aumentando considerablemente, de aquí a 2030, el número de personas que trabajan en investigación y desarrollo por millón de habitantes y los gastos de los sectores público y privado en investigación y desarrollo.

1.2. Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

La asignatura Materiales y Tratamientos superficiales para prótesis e implantes es una asignatura optativa enmarcada en el módulo BBIT. Fundamentalmente junto con la asignatura obligatoria de Biomecánica y Biomateriales y las optativas Diseño de Prótesis e Implantes e Ingeniería de Tejidos y Andamiajes permite que el estudiante alcance un conocimiento básico pero completo de los requisitos que debe poseer un determinado implante o prótesis para realizar su función correctamente.

Los objetivos de esta asignatura se construyen sobre los resultados de aprendizaje obtenidos de asignaturas como la asignatura obligatoria Biomecánica y Biomateriales. Los estudiantes ya disponen de conocimientos de los diferentes tipos de materiales que pueden usarse en aplicaciones biomédicas así como de sus propiedades en volumen. Con esta asignatura se abordan las propiedades superficiales, las cuales gobiernan la interacción con el medio biológico, explicando los principales métodos para su modificación y su caracterización.

Los resultados del aprendizaje obtenidos en esa asignatura se podrán utilizar en posibles proyectos fin de máster de la línea de biomateriales y diseño de implantes y prótesis y son una base para, en su caso, proseguir en el doctorado de Ingeniería Biomédica en el campo de los biomateriales y sus propiedades.

1.3. Recomendaciones para cursar la asignatura

Los profesores encargados de impartir la docencia pertenecen al área de Ciencia de Materiales e Ingeniería Metalúrgica del departamento de Ciencia y Tecnología de Materiales y Fluidos. Además, son ambos miembros del Instituto Universitario de Investigación de Nanociencia y Materiales de Aragón (INMA), instituto mixto UNIZAR-CSIC.

Para el seguimiento de esta asignatura son fundamentales los conocimientos alcanzados por los alumnos a través de la asignatura Biomecánica y Biomateriales (obligatoria). Por otra parte una formación básica previa en Ciencia de Materiales puede favorecer la comprensión y el aprendizaje de los distintos métodos de modificación superficial de los biomateriales así como de las técnicas de caracterización.

2. Competencias y resultados de aprendizaje

2.1. Competencias

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 (CB. 6).

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 (CB.7).

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 (CB.8).

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 (CB.9).

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 (CB.10).

Poseer las aptitudes, destrezas y métodos necesarios para la realización de un trabajo de investigación y/o desarrollo de tipo multidisciplinar en cualquier área de la Ingeniería Biomédica (CG.1).

Ser capaz de usar las técnicas, habilidades y herramientas de la Ingeniería necesarias para la resolución de problemas del ámbito biomédico y biológico (CG.2).

Ser capaz de comprender y evaluar críticamente publicaciones científicas en el ámbito de la Ingeniería Biomédica (CG.3).

Ser capaz de aprender de forma continuada y desarrollar estrategias de aprendizaje autónomo (CG.4).

Ser capaz de gestionar y utilizar bibliografía, documentación, legislación, bases de datos, software y hardware específicos de la Ingeniería Biomédica (CG.5).

Ser capaz de analizar, diseñar y evaluar soluciones a problemas del ámbito biomédico mediante conocimientos y tecnologías avanzadas de biomecánica, biomateriales e ingeniería de tejidos. (CO.3).

Elegir las técnicas más adecuadas para la modificación y la caracterización de las superficies de los materiales utilizados en aplicaciones biomédicas.

2.2. Resultados de aprendizaje

Comprender la importancia de la superficie de los biomateriales para su comportamiento.

Conocer las principales técnicas de modificación de las superficies de los biomateriales mediante tratamientos superficiales y recubrimientos, y es capaz de entender el porqué de su uso en una aplicación concreta.

Conocer las principales técnicas para caracterizar la composición, estructura, microestructura y propiedades de las superficies y recubrimientos.

Profundizar en algunas aplicaciones de las técnicas anteriores en el campo de la Ingeniería Biomédica.

2.3. Importancia de los resultados de aprendizaje

La importancia de los resultados de aprendizaje diseñados para esta asignatura radica en que el éxito de un biomaterial en aplicaciones como prótesis e implantes está fuertemente ligado a sus propiedades superficiales, ya que es la superficie la que estará en contacto con el medio biológico. Aspectos tan importantes como la biocompatibilidad, la adhesión y el crecimiento celular, la adsorción de proteínas, la mejora de la resistencia al desgaste y la corrosión así como las propiedades de transporte vienen determinadas por las características superficiales del biomaterial. Por lo tanto los conocimientos que el alumno va a adquirir en esta asignatura son la base para el desarrollo de la capacidad para caracterizar y modificar la superficie de los biomateriales, indispensable para el control de su comportamiento. Estas técnicas encuentran aplicación, por ejemplo, en tecnología dental, en ingeniería de superficies de titanio, en óptica y oftalmología, en la modificación superficial de biomateriales por láser, en la producción de recubrimientos antidesgaste, etc.

3. Evaluación

3.1. Tipo de pruebas y su valor sobre la nota final y criterios de evaluación para cada prueba

- **E1: Examen final (30%).**

Examen escrito, con puntuación de 0 a 10 puntos. Será de tipo test con entre 20 y 30 preguntas de opción múltiple y una única respuesta correcta, penalizándose los errores.

Se dispondrá de una prueba global en cada una de las convocatorias establecidas a lo largo del curso, en las fechas y horarios determinados por la Escuela de Ingeniería y Arquitectura.

En el caso de no poder realizar esta actividad de evaluación de forma presencial, se llevará a cabo telemáticamente configurando el examen a través de un cuestionario con opciones múltiples.

- **E2: Trabajo académico tutorizado (30%).**

Puntuación de 0 a 10 puntos. Este trabajo consiste en entender y analizar un artículo de investigación de una revista científica relacionado con los temas de la asignatura y que será entregado por el profesor a cada alumno. Para su evaluación se tendrán en cuenta el documento presentado, la búsqueda de información adicional adecuada para su comprensión, la crítica sobre las conclusiones de dicho artículo y las posibles alternativas propuestas para su mejora (caracterización más apropiada, biomateriales más adecuados, modificación superficial alternativa, etc.)

En el caso de no poder realizar esta actividad de evaluación de forma presencial, se llevará a cabo haciendo uso de sesiones on-line mediante las aplicaciones telemáticas que se anunciarán con suficiente antelación a través del ADD de la asignatura.

- **E3: Prácticas de laboratorio (20%).**

Puntuación de 0 a 10 puntos. La evaluación de las prácticas se realizará a través de los informes o resúmenes presentados de las mismas, así como del trabajo realizado en el laboratorio.

- **E4: Presentación y discusión (20%).**

Puntuación de 0 a 10 puntos. Se realizará una presentación (que puede ser oral o en forma de póster) del trabajo académico tutorizado, ante los profesores y el resto de alumnos de la asignatura. En la evaluación se valorará la estructura de la presentación, la claridad en la explicación del contenido, el rigor y la profundidad en las discusiones y las respuestas a las preguntas formuladas. Este acto de defensa, si es posible se realizará de forma presencial, pero en caso contrario se llevará a cabo mediante las aplicaciones telemáticas adecuadas con la participación de todos los alumnos.

El alumno ha de obtener por lo menos una puntuación de 4 puntos sobre 10 (40%) en cada una de estas actividades de evaluación para que se proceda al cálculo de la nota final. En el caso de que un alumno no supere esta nota mínima del 40% en una o varias de estas actividades de evaluación obtendrá la calificación de suspenso y deberá en la segunda convocatoria subsanar esta(s) actividad(es) haciendo y/o entregando lo necesario para superarlas. Las actividades con una puntuación igual o superior al 40% se guardarán para la segunda convocatoria, salvo que el alumno renuncie a dicha puntuación y opte por presentar o hacer de nuevo lo necesario para superar esa actividad de evaluación.

4. Metodología, actividades de aprendizaje, programa y recursos

4.1. Presentación metodológica general

Clase magistral participativa.

Resolución de problemas y casos.

Prácticas de laboratorio.

Realización de trabajos prácticos de aplicación o investigación.

Tutorías.

Evaluación.

4.2. Actividades de aprendizaje

A01 Clase magistral participativa: Exposición oral por parte del profesor de los principales contenidos de la asignatura, complementada con el material disponible en el ADD (presentaciones, vídeos, animaciones, catálogos, etc.): Básicamente se expondrán los principales métodos de modificación superficiales y las técnicas de caracterización siempre acompañados de ejemplos de su aplicación en el ámbito de la Ingeniería Biomédica. Los contenidos presentados serán evaluados mediante la actividad de evaluación E1.

A02 Resolución de problemas y casos: Se resolverán ejercicios sencillos y se mostrarán ejemplos obtenidos de artículos de revistas científicas haciendo énfasis en los cálculos y aspectos más cuantitativos para obtener las prestaciones que se indican. Los contenidos presentados serán evaluados mediante la actividad de evaluación E1.

Las actividades A01 y A02 se realizarán en el aula de forma presencial o bien, si la situación lo requiere, a través de clases on-line. En este último caso, se mantendrán los horarios como si fuera de forma presencial de manera que no se altere la distribución horaria de dedicación de los alumnos en la titulación, ni perjudique a otras asignaturas.

A03 Prácticas de laboratorio: Se realizarán/presenciarán/visualizarán ensayos con técnicas de modificación y caracterización superficial sobre biomateriales, y se analizarán los datos de dicha caracterización. En el caso de que la situación lo permita se realizará una visita de equipos de caracterización más avanzados como el XPS, AES, microscopio de fuerzas atómicas, etc? presentes en el Instituto de Nanociencia y Materiales de Aragón (INMA). También se aprenderá el uso básico del programa CES (Cambridge Engineering Selector) de la empresa Granta Design para realizar una selección de materiales en aplicaciones relacionadas con la Ingeniería Biomédica. Estas prácticas se realizarán en tres sesiones de 2 horas y se llevarán a cabo en los laboratorios del área de Ciencia de Materiales y del INMA. En el caso de no poder llevar a cabo estas sesiones de forma presencial, los profesores elaborarán material audiovisual y escrito que permita al alumno visualizar y entender cómo se llevarían a cabo los ensayos, explicando los detalles más significativos. De estas sesiones (presenciales u on-line), el alumno deberá preparar unos informes (actividad de evaluación E3) describiendo los ensayos realizados y los resultados obtenidos.

A05 Realización de trabajos prácticos de aplicación o investigación: El alumno deberá estudiar un artículo de investigación que le entregará el profesor. Este trabajo podrá ser individual o por parejas dependiendo del número de

alumnos. Se deberá entender dicho trabajo y buscar información adicional para su completa comprensión. El alumno preparará un documento y lo entregará al profesor (ver actividad de evaluación E2). El artículo científico se entregará al inicio de la asignatura y la tutorización se realizará fundamentalmente a distancia usando el correo electrónico o sesiones telemáticas (para permitir unas tutorizaciones colectivas) cuando el alumno o alumnos lo requieran. Este trabajo será defendido ante los profesores de la asignatura y el resto de los alumnos (ver actividad de evaluación E4).

A06 Tutorías: Horario de atención personalizada al alumno con el objetivo de revisar y discutir los materiales y temas presentados en las clases tanto teóricas como prácticas. Esta actividad se llevará a cabo preferentemente a distancia (correo electrónico y sesiones telemáticas).

A08 Evaluación: Conjunto de pruebas escritas teórico-prácticas y presentación de informes o trabajos utilizados en la evaluación del proceso de aprendizaje del estudiante. El detalle se encuentra en la sección correspondiente a las actividades de evaluación.

4.3. Programa

Introducción

- 1.1. Ingeniería de Superficies
- 1.2. Tipos de biomateriales: Interacción con el medio biológico. Efectos adversos
- 1.3. Ejemplos de aplicaciones biomédicas: Importancia de la superficie

Tratamientos superficiales

- 2.1. Tecnologías basadas en plasma
- 2.2. Implantación iónica
- 2.3. Modificación superficial por láser
- 2.4. Tratamientos termoquímicos
- 2.5. Tratamientos mecánicos

Recubrimientos

- 3.1. Polimerización por plasma
- 3.2. Deposición en fase vapor: PVD y CVD
- 3.3. Proyección térmica
- 3.4. Recubrimientos Sol-gel
- 3.5. Recubrimiento electroquímicos

Técnicas de caracterización de la superficie

- 4.1. Composición (XPS, AES, SIMS, EDS)
- 4.2. Microestructura (microscopía electrónica, AFM)
- 4.3. Rugosidad (perfilometría, AFM)
- 4.3. Espesor de recubrimiento (calotest, elipsometría)
- 4.4. Propiedades mecánicas (dureza, módulo elástico, tribológicas)

4.4. Planificación de las actividades de aprendizaje y calendario de fechas clave

El calendario de la asignatura, tanto de las sesiones de clases magistrales, como de problemas y de laboratorio a realizar en contacto/comunicación con el profesor (presenciales u on-line), estará determinado por el calendario académico que el centro establezca para el curso correspondiente. El calendario específico de clases, prácticas y otras actividades se anunciará convenientemente al inicio de la asignatura.

Específicamente, la carga lectiva estimada para cada una de las actividades de aprendizaje programadas es:

A01 Clase magistral participativa: 16 horas (presenciales u on-line) + 20 horas de trabajo personal.

A02 Resolución de problemas y casos: 4 horas (presenciales u on-line) + 4 horas de trabajo personal.

A03 Prácticas de laboratorio: 6 horas (presenciales u on-line) + 7 horas de trabajo personal.

A05 Realización de trabajos prácticos de aplicación o investigación: 15 horas de trabajo personal.

A08: Evaluación: 2 horas de examen escrito + 3 horas de defensa y discusión de trabajos. (presenciales u on-line).

La asignatura se imparte en el cuatrimestre de primavera. Entre las principales actividades previstas se encuentran la exposición de los contenidos teóricos, el planteamiento de ejemplos o casos reales, la realización/visualización de prácticas de laboratorio y redacción de los informes correspondientes y la elaboración de trabajos prácticos tutorizados relacionados con los contenidos de la asignatura.

Las fechas de inicio y fin de las clases teóricas y de problemas, así como las fechas de realización/visualización de las prácticas de laboratorio y las pruebas de evaluación global serán las fijadas por la Escuela de Ingeniería y Arquitectura y publicadas en la página web del máster (<http://www.masterib.es>). Las fechas de entrega y seguimiento de los trabajos prácticos tutorizados se darán a conocer con suficiente antelación en clase y en la página web de la asignatura en el anillo digital docente, <https://moodle2.unizar.es>.

4.5. Bibliografía y recursos recomendados

http://biblos.unizar.es/br/br_citas.php?codigo=69307&year=2019