



Máster en Ingeniería Biomédica

69307 - Materiales y tratamientos superficiales para prótesis e implantes

Guía docente para el curso 2015 - 2016

Curso: , Semestre: , Créditos: 3.0

Información básica

Profesores

- **José Angel Pardo Gracia** jpardo@unizar.es

- **Miguel Castro Corella** mcastro@unizar.es

Recomendaciones para cursar esta 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 miembros de Institutos de Investigación Universitarios como el Instituto de Nanociencia de Aragón (INA) y el Instituto de Ciencia de Materiales de Aragón (ICMA).

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.

Actividades y fechas clave de la asignatura

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 de prácticas de laboratorio 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 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://moodle.unizar.es/> (o bien en el servidor Alfresco del Máster).

Inicio

Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

El estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes resultados...

1:

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

- 2:** 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.
- 3:** Conocer las principales técnicas para caracterizar la composición, estructura, microestructura y propiedades de las superficies y recubrimientos.
- 4:** Profundizar en algunas aplicaciones de las técnicas anteriores en el campo de la Ingeniería Biomédica.

Introducción

Breve presentación de la asignatura

Esta asignatura optativa forma parte de la materia *Biomecánica, Biomateriales e Ingeniería de Tejidos*, dentro de la especialidad en *Biomecánica y Biomateriales Avanzados*.

La asignatura proporciona una introducción a las principales técnicas de modificación y caracterización superficial, enfocada al área de la Ingeniería Biomédica. Consta de cuatro bloques: Introducción: Interacción superficie biomaterial-medio biológico (0.2 ECTS); Tratamientos superficiales (0.8 ECTS); Técnicas de deposición de recubrimientos (0.8 ECTS) y Técnicas de caracterización de la superficie y recubrimientos (1.2 ECTS). En cada uno de los tres últimos bloques se presentarán ejemplos o casos de la aplicación de las técnicas explicadas, relacionados con biomateriales usados en implantes y prótesis.

Contexto y competencias

Sentido, contexto, relevancia y objetivos generales de la asignatura

La asignatura y sus resultados previstos responden a los siguientes planteamientos y objetivos:

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.

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 la especialidad en Biomecánica y Biomateriales Avanzados. Fundamentalmente junto con la asignatura obligatoria de Biomecánica y Biomateriales y la optativa de Diseño de Prótesis e Implantes 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 del 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 así como son una base para en su caso proseguir en el doctorado de

Al superar la asignatura, el estudiante será más competente para...

- 1:** 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)
- 2:** 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)
- 3:** Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimiento 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)
- 4:** 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)
- 5:** 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)
- 6:** Poseer las aptitudes, destrezas y método necesarios para la realización de un trabajo de investigación y/o desarrollo de tipo multidisciplinar en cualquier área de la Ingeniería Biomédica (CG.1)
- 7:** 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)
- 8:** Ser capaz de comprender y evaluar críticamente publicaciones científicas en el ámbito de la Ingeniería Biomédica (CG.3)
- 9:** Ser capaz de aprender de forma continuada y desarrollar estrategias de aprendizaje autónomo (CG.4)
- 10:** Ser capaz de gestionar y utilizar bibliografía, documentación, legislación, bases de datos, software y hardware específicos de la ingeniería biomédica (CG.5)
- 11:** Ser capaz de analizar, diseñar y evaluar soluciones a problemas del ámbito biomédico mediante conocimientos y tecnologías avanzados de biomecánica, biomateriales e ingeniería de tejidos. (CO.3)
- 12:** Elegir las técnicas más adecuadas para la modificación y la caracterización de las superficies de los materiales utilizados en aplicaciones biomédicas.

Importancia de los resultados de aprendizaje que se obtienen en la asignatura:

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.

Evaluación

Actividades de evaluación

El estudiante deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos mediante las siguientes actividades de evaluación

1:

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

Examen escrito, con puntuación de 0 a 10 puntos y que será de tipo test con tres opciones y una única respuesta correcta (entre 20 y 30 preguntas). Los errores se penalizarán.

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.

2:

- **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 tendrá en cuenta tanto la memoria presentada, 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)

3:

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

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

4:

- **E4: Presentación y debate de forma oral (20%).**

Puntuación de 0 a 10 puntos. Se realizará una presentación oral del trabajo académico tutorizado ante los profesores y todos los alumnos de la asignatura. En la evaluación se tendrá en cuenta el orden en la presentación, la explicación del contenido, la distribución del tiempo de exposición y las respuestas a las preguntas formuladas al finalizar la exposición.

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 superior o igual al 40% se guardarán para la segunda convocatoria salvo que el alumno renuncie a dicha puntuación y opte por presentar/hacer de nuevo lo necesario para superar esa actividad de evaluación.

Actividades y recursos

Presentación metodológica general

El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:

A01 Clase magistral participativa (16 horas presenciales + 20 horas de trabajo personal). Exposición por parte del profesor de los principales contenidos de la asignatura. Esta actividad se realizará en el aula de forma presencial. Basicamente 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 (4 horas presenciales + 4 horas de trabajo personal). 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. Estas clases también se llevarán a cabo en la misma aula de las clases magistrales participativas. Los contenidos presentados serán evaluados mediante la actividad de evaluación E1.

A03 Prácticas de laboratorio. (4 horas presenciales + 6 horas de trabajo personal). Se realizarán/presenciarán ensayos con técnicas de caracterización (microscopía confocal, nanodurómetro, tribómetro,) sobre biomateriales y se analizarán los datos de dicha caracterización. Estas prácticas se realizarán en dos sesiones de 2 horas y se llevarán a cabo en el servicio de caracterización de superficies del ICMA y en los laboratorios del I3A. De estas sesiones, el alumno deberá preparar unos informes (actividad de evaluación E3) describiendo los ensayos realizados y los resultados obtenidos.

A04 Prácticas especiales (2 horas presenciales+ 3 horas de trabajo personal). Se realizará una visita de equipos de caracterización más avanzados como el XPS, AES, microscopio de fuerzas atómicas, etc... presentes en los Institutos Universitarios INA e ICMA. De esta sesión, el alumno deberá preparar un informe (actividad de evaluación E3) describiendo la visita realizada y los equipos.

A05 Realización de trabajos prácticos de aplicación o investigación. (16 horas de trabajo personal). 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 una memoria y la entregará al profesor (ver actividad de evaluación E2). El artículo científico se entregará al inicio de la asignatura y la tutorización se realizará via correo electrónico o de forma presencial cuando el alumno lo requiera. Este trabajo será defendido oralmente ante los profesores de la asignatura y el resto de los alumnos (ver actividad de evaluación E4).

A06: Tutoría. 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.

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

Actividades de aprendizaje programadas (Se incluye programa)

El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende las siguientes actividades...

1:

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

2:

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

3:
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

4:
Técnicas de caracterización de la superficie

4.1. Composición (XPS, AES, SIMS, EDS)

4.2. Microestructura (microscopía óptica y electrónica, AFM)

4.3. Rugosidad (perfilometría, AFM)

4.3. Espesor de recubrimiento (calotest, elipsometría)

4.4. Propiedades mecánicas (dureza, módulo elástico, tribológicas)

4.6. Corrosión

Planificación y calendario

Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

El calendario de la asignatura, tanto de las sesiones presenciales en el aula como de las sesiones de laboratorio, estará determinado por el calendario académico que el centro establezca para el curso correspondiente. El calendario de presentación de trabajos se anunciará convenientemente al inicio de la asignatura.

Bibliografía

Bibliografía y Recursos

- *Surface and Coatings Technology* (Elsevier)
- *Applied Surface Science* (Elsevier)
- *Wear* (Elsevier)
- *Surface and Interface Analysis* (Wiley)
- *Journal of Materials Science-Materials in Medicine* (Springer)
- *Biomaterials* (Elsevier)
- *Journal of Biomedical Materials Research* (Wiley)
- etc....

Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada