Universidad Zaragoza

Curso Académico: 2022/23

69714 - Nanodiagnóstico

Información del Plan Docente

Año académico: 2022/23
Asignatura: 69714 - Nanodiagnóstico
Centro académico: 110 - Escuela de Ingeniería y Arquitectura
Titulación: 633 - Máster Universitario en Ingeniería Biomédica
Créditos: 3.0
Curso:
Periodo de impartición: Segundo semestre
Clase de asignatura: Optativa
Materia:

1. Información Básica

1.1. Objetivos de la asignatura

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

Se discutirán los distintos tipos de materiales biológicos que pueden utilizarse como elementos del sensor. Esto conllevará a su vez a la introducción de conceptos básicos de especificidad, sensibilidad, selectividad y bioafinidad. También se discutirán los distintos métodos más utilizados para unir el material biológico al sensor, para lo cual será necesario introducir conceptos de funcionalización de superficies, y distintas metodologías de inmovilización de materiales biológicos. Se describirán distintos tipos de nanobiosensores basados en materiales nanoestructurados como ser nanobiosensores optofluídicos, eléctricos o nanomecánicos. También se introducirán los nanobiosensores basados en nanopartículas magnéticas, de oro o "quantum dots".

En todo momento se buscará que se interiorice la gran complejidad requerida en el diseño de un biosensor, el cual debe basarse en una estrecha interrelación de áreas distintas del conocimiento (electrónica, ingeniería, biología, medicina, física, química). Se buscará a su vez mostrar la gran potencialidad del uso de biosensores, para lo cual se profundizará en distintas aplicaciones de los mismos en áreas de gran relevancia como son la proteómica, la genómica, la salud, la monitorización de tóxicos y contaminantes, etc. Como objetivo final se abordará la integración de nanobiosensores en nanobiosistemas, para lo cual se introducirán conceptos como la integración en plataformas "lab-on-a- chip" así como aspectos de micro- y nano-fabricación lo cual puede permitir la automatización o incluso la implantación de biosensores en el organismo humano.

El temario interconecta con las materias de "Tecnologías de captación de imágenes médicas" y "Tecnologías ópticas en Biomedicina". Está relacionada con la asignatura "Fundamentos de anatomía, fisiología, patología y terapéutica" de la cual es necesario conocer algunos aspectos para entender bien la parte de Biosensores.

Esta materia posiciona al estudiante en el conocimiento de las herramientas más punteras utilizadas hoy en día en el contexto biomédico en el ámbito del diagnóstico clínico e *in vivo*, lo cual se enmarca dentro de los objetivos de la Titulación de Ingeniería Biomédica. Además introduce al estudiante en la síntesis de nanomateriales y su biofuncionalización para el desarrollo de nanobiosensores.

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:

? **Objetivo 3:** Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades.

Meta 3.3 Para 2030, poner fin a las epidemias del SIDA, la tuberculosis, la malaria y las enfermedades tropicales desatendidas y combatir la hepatitis, las enfermedades transmitidas por el agua y otras enfermedades transmisibles.

Meta 3.4 Para 2030, reducir en un tercio la mortalidad prematura por enfermedades no transmisibles mediante la prevención y el tratamiento y promover la salud mental y el bienestar.

Meta 3.9 Para 2030, reducir sustancialmente el número de muertes y enfermedades producidas por productos químicos peligrosos y la contaminación del aire, el agua y el suelo.

Meta 3.d Reforzar la capacidad de todos los países, en particular los países en desarrollo, en materia de alerta temprana, reducción de riesgos y gestión de los riesgos para la salud nacional y mundial.

? **Objetivo 9:** Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización sostenible y fomentar la innovación.

Meta 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.

? **Objetivo 14:** Conservar y utilizar sosteniblemente los océanos, los mares y los recursos marinos.

14.1 De aquí a 2025, prevenir y reducir significativamente la contaminación marina de todo tipo, en particular la producida por actividades realizadas en tierra, incluidos los detritos marinos y la polución por nutrientes.

1.2. Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

La asignatura de Nanodiagnóstico está estrechamente relacionada con las asignaturas de "Nanoterapia" y "Nanobiomedicina: fundamentos y aplicaciones". En estas asignaturas se tratan aspectos diferentes de las aplicaciones de la nanotecnología en los campos de la medicina y la industria farmacéutica. En concreto, la asignatura de Nanodiagnóstico trata las aplicaciones de estos materiales en biosensores y pruebas diagnósticas de todo tipo.

Las aplicaciones basadas en Nanociencia representan unas de las de mayor auge económico de toda la Industria farmacéutica. El conocimiento de las aplicaciones biomédicas de la Nanociencia tiene gran proyección para profesionales en Ingeniería Biomédica.

Los conocimientos adquiridos en la titulación sobre imagen médica y los fundamentos de anatomía, biología celular y ciencia de materiales, en especial de biomateriales, contribuyen a facilitar el aprendizaje en esta asignatura.

1.3. Recomendaciones para cursar la asignatura

Las asignaturas:

- Nanobiomedicina: Fundamentos y Aplicaciones (3 ECTS)
- Nanoterapia (3 ECTS)
- Nanodiagnóstico (3 ECTS)

Son asignaturas relacionadas y se recomienda cursar todas si se desea tener una visión experta y específica de las aplicaciones de las nanoestructuras en el campo biomédico. La nanomedicina, como aplicación de la nanotecnología al desarrollo de nuevos sistemas de diagnóstico y terapia, así como a la mejora de los existentes, ha sido señalada como una prioridad tanto de las agendas estratégicas de los países OCDE como de países emergentes, de ahí su gran interés e importancia. Su implantación se enfoca hacia la mejora en la calidad del servicio al paciente, permitiendo avanzar hacia una tecnología sanitaria más personalizada, con un nivel de coste asumible, ofreciendo productos competitivos y de alto valor añadido. Dichos tres cursos ofrecen una visión del campo lo más exhaustiva posible.

Si se desea simplemente tener una visión global del campo de la nanobiomedicina sin entrar en detalle en saber cómo la nanomedicina es ya una realidad que está produciendo avances en el diagnóstico, la prevención y el tratamiento de las enfermedades bastaría con cursar el curso introductorio "Nanobiomedicina: Fundamentos y Aplicaciones" (3 ECTS) pero si se desea profundizar en el campo y realizar prácticas de laboratorio relacionadas con las aplicaciones Biomédicas habría que cursar las tres asignaturas. "Nanodiagnóstico" es una de las asignaturas de especialización que está centrada en el uso de los Nanomateriales en Diagnóstico, concretamente en el desarrollo de Nanobiosensores.

Los profesores encargados de impartir la docencia pertenecen al área de Química Orgánica.

El idioma de impartición de las clases es el inglés. Excepto si hay consenso entre el alumnado que se impartiría en castellano.

2. Competencias y resultados de aprendizaje

2.1. Competencias

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

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 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)

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 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)

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 desarrollar la autonomía suficiente para participar en proyectos de investigación y colaboraciones científicas o tecnológicas de tipo multidisciplinar en el ámbito de la Ingeniería Biomédica (CG.6)

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)

2.2. Resultados de aprendizaje

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

Demostrar conocimiento en el campo de los biosensores y de la nanotecnología aplicada para su mejora.

Ser capaz de manejar la terminología básica del campo de los biosensores, de entender los conceptos y de relacionarlos.

Ser capaz de valorar la importancia de los nanobiosensores en los campos de diagnóstico clínico y control medioambiental.

Ser capaz de saber elegir el elemento de reconocimiento biológico más adecuado para el diseño de un biosensor.

Ser capaz de elegir el elemento de transducción nanoestructurado más adecuado para el diseño de un nanobiosensor según su aplicación.

Ser capaz de detectar cuáles son los puntos débiles y fortalezas de un biosensor para saber cómo posicionarlo en la rama del mercado de diagnóstico más adecuada.

Ser capaz de elaborar una memoria científicamente válida sobre un ejemplo de nanobiosensor similar a los descritos durante el curso.

2.3. Importancia de los resultados de aprendizaje

El estudiante puede ampliar el abanico de posibilidades que su formación le brinda tras terminar el master al descubrir las posibilidades multidisciplinares que la Nanociencia ofrece en el campo de los Nanobiosensores. Así como poder aplicar su formación a la Industria Farmacéutica, Biotecnológica, etc.

La importancia de los resultados de aprendizaje diseñados para esta asignatura radica en poder demostrar conocimientos básicos en uno de los campos de mayor proyección actual en el campo de la Bioingeniería, los Biomateriales, la Medicina Personalizada y las aplicaciones Biomédicas.

La capacidad para poder seleccionar el elemento de reconocimiento biológico y el elemento transductor de señales nanoestructurado más adecuado en el diseño de un nanobiosensor es de gran relevancia en la formación de un Ingeniero Biomédico. Esto se debe a que para poder seguir avanzando en la búsqueda de mejores terapias en la lucha contra muchas enfermedades (cáncer, enfermedades neurodegenerativas, etc.), es vital el desarrollo de biosensores capaces de poder detectarlas precozmente. A pesar del considerable esfuerzo realizado por la comunidad científica en cuanto al desarrollo de biosensores aún continúa siendo un gran desafío el desarrollo de plataformas sensoras a tiempo real, capaces de realizar una valoración múltiple para la detección precoz en el mismo punto de atención (consulta médica, block quirúrgico, etc.), y que puedan a su vez ser utilizadas con diversas muestras clínicas (sangre, orina, biopsias, etc.).

3. Evaluación

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

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

EVALUACIÓN CONTINUA

Si el alumno opta por evaluación continua:

A1: Trabajo personal:

El alumno es capaz de elaborar una memoria científicamente válida desarrollando un artículo científico de revisión sobre alguno de los ejemplos o aplicaciones descritas durante el curso. El estudiante superando esta asignatura adquiere un conocimiento básico en el campo de las aplicaciones biomédicas de la Nanociencia, así como un aprendizaje más específico en Biosensores mediante la elaboración de dicho trabajo de revisión. La exigencia en el trabajo solicitado para superar la asignatura es tal que no es admisible un trabajo meramente divulgativo, sin valor científico.

El profesor propondrá a cada uno de los alumnos matriculados un tema relacionado con la temática del curso y lo más próximo posible a los intereses del alumno teniendo en cuenta sus tareas profesionales o proyecto de tesis que estuviera desarrollando (si procede).

El trabajo tendrá que tener la estructura de un artículo científico de revisión bibliográfica:

- Título

- Autor

- Resumen del trabajo: Sin exceder las 250 palabras deberá ser una descripción concisa del material presentado en el trabajo y sus implicaciones.

- Introducción: Tendrán que ser 1 ó 2 párrafos, de 250 a 750 palabras cada uno definiéndose e introduciéndose el tema del trabajo.

- Revisión del estado del arte: No hay límite en cuanto al número de palabras. Dicho apartado describirá los avances más recientes en el campo sobre el que se está haciendo dicha revisión científica, haciendo hincapié en aquellos avances que hayan supuesto un gran impulso al área, las direcciones a seguir en este campo y las aplicaciones que se prevén para los próximos años.

- Conclusiones: Resumen de las conclusiones clave que se obtienen de dicha revisión. De 1 a 2 párrafos con un total de 250 a 750 palabras.

- Bibliografía: Citas bibliográficas que son mencionadas en el texto.

El alumno expondrá también públicamente el trabajo personal desarrollado. La exposición pública tendrá una duración aproximada de 10 min por alumno.

Dentro del módulo práctico el alumno llevará a cabo, en dos sesiones de dos horas cada una, la práctica de laboratorio de título: Síntesis de nanopartículas de oro y su aplicación en detección. Para ello llevará a cabo la síntesis de nanopartículas de oro de citrato monodispersas y con un gran control de su tamaño (2 a 100 nm) y se aplicará la dependencia del plasmón superficial de las mismas con su tamaño en la detección de cambios de fuerza iónica en la muestra.

A2: Examen con cuestiones teóricas:

Además del trabajo de revisión el alumno realizará un examen tipo test que constará de 5 preguntas cortas que englobarán conceptos básicos de las materias tratadas durante el curso. Alguna de las preguntas podrá versar sobre las prácticas realizadas.

Criterio de evaluación:

A1: Trabajo personal:

El trabajo de revisión será evaluado de 0 a 10 dependiendo de cómo el alumno haya descrito el estado del arte actual en el tema elegido así como la calidad de su visión personal sobre dicho campo. No se trata de hacer una revisión mencionando todos y cada uno de los avances en el área sino tener una visión general mencionando aquellos que hayan tenido un impacto y mencionando qué líneas de investigación futuras y en qué líneas van a dirigir los esfuerzos de los investigadores en los próximos años. Se valorará específicamente la opinión personal de cada alumno sobre el tema en cuestión. Se valorará también la exposición pública realizada.

A2: Examen con cuestiones teóricas:

El examen se evaluará de 0 a 10 en virtud de las respuestas válidas obtenidas.

La nota del examen computará en un 50% de la nota final del alumno. El trabajo de revisión y su presentación oral computarán conjuntamente en el otro 50 % de la nota final. Para aprobar la asignatura hay que aprobar el examen teórico con una nota igual o superior a 5.

Si el alumno suspende el examen teórico pero aprueba el trabajo personal, y su presentación oral, las notas de estos últimos se guardarán hasta septiembre.

EVALUACIÓN GLOBAL

Si el alumno opta por esta modalidad tendrá derecho a un examen de evaluación global. Dicho examen se evaluará de 0 a 10 y representará la nota final de la asignatura.

4. Metodología, actividades de aprendizaje, programa y recursos

4.1. Presentación metodológica general

La metodología a seguir se basa en el trabajo cooperativo entre el profesor y el alumno. A pesar de que se seguirá la metodología clásica de impartición de clases magistrales, se buscará la participación activa del alumno durante el proceso de aprendizaje por lo que se fomentará la participación y discusión durante la clase.

4.2. Actividades de aprendizaje

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

A01 Al resto de actividades (incluidos trabajos tutorados, evaluaciones, exposiciones públicas y estudio personal) le corresponden 49 horas.

A02 Clase magistral participativa (26 horas). Exposición por parte del profesor de los principales contenidos de la asignatura.

A1 Realización de trabajos prácticos de aplicación o investigación.

El profesor propondrá a cada uno de los alumnos matriculados un tema relacionado con la temática del curso y lo más próximo posible a los intereses del alumno teniendo en cuenta sus tareas profesionales o proyecto de tesis que estuviera desarrollando (si procede).

El trabajo tendrá que tener la estructura de un artículo científico de revisión bibliográfica:

- Título

- Autor

- Resumen del trabajo: Sin exceder las 250 palabras deberá ser una descripción concisa del material presentado en el trabajo y sus implicaciones.

- Introducción: Tendrán que ser 1 ó 2 párrafos, de 250 a 750 palabras cada uno definiéndose e introduciéndose el tema del trabajo.

- Revisión del estado del arte: No hay límite en cuanto al número de palabras. Dicho apartado describirá los avances más recientes en el campo sobre el que se está haciendo dicha revisión científica, haciendo hincapié en aquellos avances que hayan supuesto un gran impulso al área, las direcciones a seguir en este campo y las aplicaciones que se prevén para los próximos años.

- Conclusiones: Resumen de las conclusiones clave que se obtienen de dicha revisión. De 1 a 2 párrafos con un total de 250 a 750 palabras.

- Bibliografía: Citas bibliográficas que son mencionadas en el texto.

El alumno expondrá públicamente durante 10 min el trabajo desarrollado durante el mismo al resto de la clase.

A3: Tutoría. Horario de atención personalizada al alumno con el objetivo de revisar y discutir los materiales y temas presentados en las clases teóricas.

A4: Evaluación. Prueba escrita teórica. El detalle se encuentra en la sección correspondiente a las actividades de evaluación.

A5: Prácticas (4 horas). Dentro del módulo práctico el alumno llevará a cabo la práctica de laboratorio de título: Síntesis de nanopartículas de oro y su aplicación en detección. Para ello llevará a cabo la síntesis de nanopartículas de oro de citrato monodispersas y con un gran control de su tamaño (2 a 100 nm) y se aplicará la dependencia del plasmón superficial de las mismas con su tamaño en la detección de cambios de fuerza iónica en la muestra.

4.3. Programa

El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende los siguientes apartados:

A) Módulo teórico con la siguiente temática:

Tema 1. Generalidades de Nanobiosensores Componentes de un biosensor. Criterios de clasificación de biosensores. Características de un biosensor: selectividad, sensibilidad, fiabilidad, tiempo de vida útil, tiempo de análisis, etc. ¿Por qué nano? Ventajas de los biosensores basados en materiales nanoestructurados y en nanopartículas frente a los biosensores tradicionales.

Tema 2. Biosensores basados en materiales nanoestructurados. Nanobiosensores ópticos: Biosensor de resonancia de plasmón superficial (SPR) y nanobiosensor interferométrico. Nanobiosensores eléctricos: nanohilos semiconductores, nanodispositivos basados en nanotubos de carbono. Nanobiosensores mecánicos: nanobiosensores acústicos y nanobiosensores basados en cantilevers. Mecanismos físicos de funcionamiento. Integración en plataformas microfluídicas o lab on a chip.

Tema 3. Biosensores basados en nanopartículas. Estrategias para la utilización de las propiedades físicoquímicas de las nanopartículas para mejorar métodos de detección existentes o desarrollar métodos de detección nuevos.

Tema 4. Aplicaciones de nanobiosensores en diagnóstico clínico: Se introducirán varios ejemplos donde distintos nanosensores son capaces de detectar con gran rapidez, precisión y sensibilidad la presencia de microorganismos patógenos, marcadores biológicos indicativos de enfermedades o mutaciones de una única base en cadenas de ADN a partir de volúmenes muy reducidos de distintos tipos de fluidos corporales o de biopsias de tejidos humanos.

Tema 5. Aplicaciones de nanobiosensores en control ambiental. Se introducirán ejemplos de nanosensores capaces de detectar distintos tipos de contaminantes orgánicos como pesticidas, agroquímicos, micotoxinas, etc. en distintos tipos de medios como pueden ser aguas, alimentos, etc.

Tema 6. Aspectos de mercado. Mercado de los nanobiosensores. Nanobiosensores comerciales y principales empresas que los fabrican o comercializan. Ejemplos de transferencia del laboratorio al mercado.

B) Módulo práctico:

Dentro del módulo práctico el alumno llevará a cabo, en dos sesiones de 2h cada una, la práctica de laboratorio de título: Síntesis de nanopartículas de oro y su aplicación en detección. Para ello llevará a cabo la síntesis de nanopartículas de oro de citrato monodispersas y con un gran control de su tamaño (2 a 100 nm) y se aplicará la dependencia del plasmón superficial de las mismas con el tamaño, en la detección de cambios de fuerza iónica en la muestra.

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

Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

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 master (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 Master).

Las sesiones prácticas se realizarán en los laboratorios del Instituto de Nanociencia y Materiales de Aragón (INMA) en el Edificio I+D del Campus del Rio Ebro, calle Mariano Esquillor S/N (primer módulo izquierdo, segunda planta-Laboratorio 8.1.2). El día y horario se convendrá entre todos los participantes sin alterar su participación en otras materias del trimestre.

La asignatura se imparte en el segundo cuatrimestre. Entre las principales actividades previstas se encuentran la exposición de los contenidos teóricos, la realización de prácticas de laboratorio y la realización de trabajos prácticos tutorizados relacionados con los contenidos de la asignatura así como desarrollar exposiciones públicas.

Las fechas de inicio y fin de las clases teóricas, 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 master (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 Master).

4.5. Bibliografía y recursos recomendados

http://psfunizar10.unizar.es/br13/egAsignaturas.php?codigo=69714