Universidad Zaragoza

Curso Académico: 2022/23

69701 - Bioestadística y simulación numérica en ingeniería biomédica

Información del Plan Docente

Año académico: 2022/23
Asignatura: 69701 - Bioestadística y simulación numérica en ingeniería biomédica
Centro académico: 110 - Escuela de Ingeniería y Arquitectura
Titulación: 633 - Máster Universitario en Ingeniería Biomédica
Créditos: 6.0
Curso:
Periodo de impartición: Primer semestre
Clase de asignatura: Obligatoria
Materia:

1. Información Básica

1.1. Objetivos de la asignatura

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

La bioestadística proporciona las herramientas para cuantificar la incertidumbre en los datos así como conocimientos de técnicas estadísticas habituales en el contexto biomédico.
Los estudiantes deben aprender a reconocer las situaciones donde son útiles los procedimientos para una o varias poblaciones así como la aplicación de técnicas paramétricas o no paramétricas.

Se introducen asimismo la construcción de modelos de regresión que expliquen las relaciones entre variables de interés en estudios observacionales. Los estudiantes aprenden a hacer predicciones de valores venideros así como a proporcionar cotas del error para tales predicciones. Entre los contenidos del curso se encuentran las técnicas propias del análisis de datos de supervivencia así como la comparación del riesgo en pacientes cuando se aplican diferentes tratamientos.

Otro objetivo que esta asignatura persigue es que los estudiantes sean capaces de realizar el análisis de una base de datos mediante el software adecuado. A su vez, la asignatura debe llevar al estudiante a conocer un amplio abanico de técnicas numéricas que le permitan elegir aquella más adecuada para un problema concreto en el ámbito de la Ingeniería Biomédica. También le proporcionará los conocimientos necesarios para implementar dichos métodos en software propios o comerciales. Así mismo es importante que el estudiante comprenda las posibilidades y limitaciones de dichas técnicas.

En consecuencia, el objetivo global de la asignatura es que el estudiante conozca, comprenda y sepa utilizar un conjunto de herramientas numéricas para obtener soluciones aproximadas en problemas en el campo de la Ingeniería Biomédica, tanto en el ámbito estadístico, como en el de la mecánica de medios continuos.

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

- Objetivo 3: Salud y bienestar. Garantizar una vida sana y promover el bienestar de todos a todas las edades.

Meta 3.B i+D Vacunas y medicamentos esenciales. Apoyar las actividades de investigación y desarrollo de vacunas y medicamentos para las enfermedades transmisibles y no transmisibles que afectan primordialmente a los países en desarrollo y facilitar el acceso a medicamentos y vacunas esenciales asequibles de conformidad con la Declaración de Doha relativa al Acuerdo sobre los ADPIC y la Salud Pública, en la que se afirma el derecho de los países en desarrollo a utilizar al máximo las disposiciones del Acuerdo sobre los Aspectos de los Derechos de Propiedad Intelectual Relacionados con el Comercio en lo relativo a la flexibilidad para proteger la salud pública y, en particular, proporcionar acceso a los medicamentos para todas las personas

- Objetivo 8: Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todo

Meta 8.2 Lograr niveles más elevados de productividad económica mediante la diversificación, la modernización tecnológica y la innovación, entre otras cosas centrándose en los sectores con gran valor añadido y un uso intensivo de la mano de obra

- Objetivo 9: Industria, innovación e infraestructuras.

Meta 9.4 De aquí a 2030, modernizar la infraestructura y reconvertir las industrias para que sean sostenibles, utilizando los recursos con mayor eficacia y promoviendo la adopción de tecnologías y procesosindustriales limpios y ambientalmente racionales, y logrando que todos los países tomen medidas de acuerdo con sus capacidades respectivas

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 12: Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles

Meta 12.5 De aquí a 2030, reducir considerablemente la generación de desechos mediante actividades de prevención, reducción, reciclado y reutilización

1.2. Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

La asignatura Bioestadística y Simulación Numérica es una asignatura obligatoria Máster en Ingeniería Biomédica.
Su docencia se centra en las herramientas estadísticas y matemáticas básicas de gran utilidad en diferentes asignaturas del máster. El desarrollo de la asignatura está orientado a los a problemas propios de la Ingeniería Biomédica.

El contenido de la asignatura persigue adaptar las herramientas y técnicas disponibles en el campo de la Estadística y la Ingeniería al ámbito biomédico. En los últimos años dichas técnicas han experimentado un espectacular desarrollo, pasando a ser una de las herramientas fundamentales en muchos campos de la bioingeniería (modelado computacional, resolución de problemas complejos, obtención de soluciones aproximadas, ajustes de datos experimentales, etc.).

1.3. Recomendaciones para cursar la asignatura

Esta asignatura tiene carácter obligatorio y básico. Puede ser cursada por estudiantes provenientes de áreas tanto técnicas como biomédicas.
con el único de requisito de tener conocimientos previos de Probabilidad y Estadística al nivel de una titulación de grado.
Los profesores encargados de impartir la docencia pertenecen a las áreas de Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras y de Estadística e Investigación Operativa.

2. Competencias y resultados de aprendizaje

2.1. Competencias

Al superar la asignatura, el estudiante alcanza las siguientes 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 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]

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 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 interpretar datos biomédicos observacionales o experimentales, de caracterizar las relaciones entre ellos y de evaluar sobre ellos hipótesis mediante las pruebas estadísticas adecuadas (CE.1)

Ser capaz de aplicar, evaluar e interpretar los estadísticos más ampliamente utilizados en la investigación biomédica, epidemiología y estudios clínicos, y de evaluar las prestaciones de índices diagnósticos y pronósticos (CE.2)

Ser capaz de comprender y aplicar métodos de álgebra, geometría, cálculo diferencial e integral y optimización para diseñar y evaluar soluciones a los problemas que se pueden plantear en el ámbito de la Ingeniería Biomédica (CE.3)

Ser capaz de utilizar y evaluar herramientas informáticas de cálculo estadístico y simulación numérica del ámbito de la Ingeniería Biomédica (CE.4)

2.2. Resultados de aprendizaje

El estudiante, para superar esta asignatura, deberá probar:
Ser capaz de interpretar datos observacionales o experimentales de origen biomédico, extraer la información que contienen y las relaciones entre ellos, y evaluar hipótesis en presencia de incertidumbre y variabilidad.

Que comprende los métodos de contraste de hipótesis sobre medias, varianzas y proporciones, sobre datos de origen biomédico, cuantitativos o categóricos, y sabe aplicar el más adecuado en función de las características de los datos, interpretando adecuadamente sus resultados.

Que es capaz de determinar relaciones entre variables a partir de estudios observacionales. Conoce los procedimientos de construcción y validación de modelos empíricos que explican dichas relaciones, así como las técnicas más relevantes de análisis multivariante.

Que comprende y sabe interpretar la terminología y los estadísticos más ampliamente utilizados en epidemiología y estudios clínicos, incluyendo los referidos a frecuencias de ocurrencia, análisis de riesgo y supervivencia y capacidad diagnóstica o predictiva.

Conocer los métodos de interpolación, diferenciación e integración numéricas.

Conocer la técnica de ajuste por mínimos cuadrados y técnicas de optimización.

Conocer los métodos de resolución numérica de ecuaciones y sistemas de ecuaciones diferenciales de sistemas biológicos.

Aplicaciones a problemas de valor inicial y de frontera.

Conocer los métodos de solución numérica de ecuaciones en derivadas parciales que describen sistemas biológicos.

Ser capaz de elegir la técnica numérica (elementos finitos, diferencias finitas, volúmenes finitos) más adecuada para la resolución de cada tipo de problema en el marco de la Ingeniería Biomédica.

Saber manejar, a nivel de usuario, programas de cálculo numérico (Matlab), así como desarrollar algoritmos simples en dichos códigos.

Saber manejar a nivel de usuario códigos generales de elementos finitos (Abaqus) y resolver problemas simples en el ámbito de la Ingeniería Biomédica.

2.3. Importancia de los resultados de aprendizaje

Muchos problemas de la biomedicina llevan a plantear hipótesis de trabajo cuya verificación sólo puede establecerse a partir de resultados de carácter estadístico. En estos casos se plantean estudios basados en información recogida en bases de datos observacionales, a menudo extensas, o bien provenientes de experimentos. Los métodos estadísticos son el procedimiento adecuado para extraer la información relevante contenida en ellas, por ejemplo para reconocer patrones o relaciones entre variables de interés. Por otro lado, la investigación requiere la revisión de referencias bibliográficas cuyos resultados se basan, en muchos casos en un análisis estadístico, la significación de determinados test o modelos estadísticos, que será necesario interpretar adecuadamente o valorar su pertinencia para la propia investigación.

Además, esta asignatura dotará al estudiante de los conocimientos básicos necesarios para poder utilizar las técnicas numéricas en el ámbito de la Ingeniería Biomédica. Estos conocimientos serán necesarios en posteriores asignaturas optativas con un marcado carácter computacional, como pueden ser: "Modelado del Comportamiento de Tejidos músculo-esqueléticos", "Biomecánica y Biomateriales" o "Diseño de Prótesis e Implantes mediante Herramientas Computacionales".

3. Evaluación

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

Para obtener la calificación de aprobado en la asignatura, será necesario obtener una nota igual o superior a 5 en cada una de las partes, Bioestadística y Simulación Numérica.
Si en la primera convocatoria se tiene una calificación igual o superior a 5 sólo en una de las dos partes, Bioestadística o Simulación Numérica, el alumno se examinará únicamente de la parte pendiente en la segunda convocatoria.

Las actividades a realizar para la evaluación de la parte de Bioestadística serán:
Prueba escrita de análisis de datos (30% de la nota final). El alumno ha de obtener una puntuación mínima total de 5 puntos sobre 10 en el examen final. 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.

Trabajos académicos (15% de la nota final). En la evaluación del trabajo tutorado propuesto a lo largo del cuatrimestre se tendrá en cuenta tanto la memoria presentada, como la idoneidad y originalidad de la solución propuesta.

Evaluación de prácticas de laboratorio (5% de la nota final).

Las actividades a realizar para la evaluación de la parte de Simulación Numérica serán:
Examen de asignatura (tiempo disponible: 1 hora): Examen de mínimos, tipo test (opción múltiple, cuatro respuestas con penalización por fallos). Puntuación de 0 a 10. (La calificación de esta prueba representará el 30% de la nota final).
Trabajo de Asignatura: El trabajo consistirá en la implementación de una técnica numérica para la resolución de problemas simples. La implementación se podrá realizar en programas de resolución numérica (MatLab). La calificación de esta prueba representará un 15% de la nota final. Tiempo total de dedicación: 20 horas.
Evaluación de prácticas de laboratorio-ordenador (5% de la nota final).

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.

4. Metodología, actividades de aprendizaje, programa y recursos

4.1. Presentación metodológica general

La metodología de la parte de Bioestadística trata de fomentar el trabajo continuado del estudiante. Se inicia presentando un breve recordatorio de los conceptos básicos de la inferencia estadística: estimación, test de hipótesis e interpretación de p-valores. Seguidamente se presentan los contrastes de hipótesis no paramétricos así como para datos categóricos junto con las técnicas propias del análisis de supervivencia. La asignatura está dedicada asimismo al análisis de relaciones entre variables mediante modelos de regresión. En este sentido se abordará el modelo de regresión simple así como los procedimientos de construcción del modelo de regresión general, regresión logística y modelos de regresión para datos de supervivencia.

En las sesiones con el grupo completo se tratan los aspectos teóricos en forma de clase magistral y se ilustran con aplicaciones en ejemplos-patrón, basados en datos reales, que motivan el uso de los distintos procedimientos. El planteamiento y modelado de problemas realistas, así como el tratamiento de datos se realiza en las sesiones en aula informática en las que se aprenderá a trabajar con un software estadístico.

El proceso de aprendizaje de la parte de Simulación Numérica proporciona al estudiante un conjunto de técnicas numéricas que le servirán como herramientas en un futuro para abordar diversos problemas regidos por ecuaciones definidas en que le servirán como herramientas en un futuro para abordar diversos problemas regidos por ecuaciones definidas en derivadas parciales, como son fundamentalmente, aquellos problemas relacionados con la Bioingeniería.

La parte de Simulación Numérica consta de una parte teórica donde se hace un repaso de las ecuaciones fundamentales de la mecánica del medio continuo para dar paso a las técnicas numéricas más extendidas para su resolución. Todo ello acompañado de una presencia práctica donde los estudiantes pueden consolidar, de una forma guiada por el profesor, aquellos conceptos vistos en las sesiones de teoría.

4.2. Actividades de aprendizaje

Es un curso de 6 créditos ECTS organizado como sigue:

Parte de Bioestadística
A01 Clase magistral participativa (10 horas). Exposición por parte del profesor de los principales contenidos de la asignatura. Se realizará en aula informática para que los alumnos verifiquen el uso de las técnicas estadísticas objeto de estudio.
A03 Prácticas de laboratorio. (20 horas). La actividad se desarrollará en aula informática donde los alumnos manejarán software estadístico.
A05 Realización de trabajos prácticos de aplicación o investigación. El estudiante desarrollará individualmente un trabajo de aplicación de técnicas estadísticas en problemas biomédicos. Se dará la opción de que el trabajo corresponda al análisis de una base de datos de interés para el estudiante o bien el estudio crítico de un artículo de investigación publicado y que haga uso de técnicas bioestadísticas. En ambos casos finalizará en una Memoria que habrá de entregarse al profesor.

A06 Tutoría. Horario de atención personalizada al alumno con el objetivo de revisar y discutir los materiales y temas presentados en las clases.
A08 Evaluación. Conjunto de pruebas escritas teórico-prácticas y presentación de informes o trabajos utilizados en la evaluación del progreso del estudiante. El detalle se encuentra en la sección correspondiente a las actividades de evaluación.

Parte de Simulación Numérica
A01 Clase magistral participativa y problemas (24 horas). La componente teórica de la asignatura se desarrollará principalmente en las clases magistrales. En ellas el profesor expondrá los conceptos básicos fundamentales para llevar adelante el desarrollo de la asignatura.

A03 Prácticas de laboratorio (6 horas).Se pretende dotar a la asignatura de una orientación práctica o más aplicada, con la particularización de las técnicas numéricas expuestas a problemas simples en el ámbito de la Ingeniería Biomédica. Del mismo modo, se adentrará al estudiante al manejo de códigos comerciales para la simulación computacional de problemas reales concretos.
A05 Realización de trabajos prácticos de aplicación o investigación. Se pretende que el estudiante ponga en práctica los conocimientos adquiridos a lo largo de la asignatura para implementar los métodos numéricos o resolver un problema práctico real del campo de la Ingeniería Biomédica, analizando con espíritu crítico los resultados obtenidos, y estudiando las posibilidades para obtener resultados más exactos.
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 progreso del estudiante. El detalle se encuentra en la sección correspondiente a las actividades de evaluación.

4.3. Programa

Programa de Bioestadística
1.-Introducción
1.1. Análisis exploratorio de datos.
1.2. Revisión de conceptos básicos de muestreo e inferencia estadística: estimación puntual y por intervalo, contrastes de hipótesis para una o dos poblaciones normales, contrastes de bondad de ajuste a una distribución.
2.- Contrastes de hipótesis paramétricos y no paramétricos en una y varias poblaciones.
2.1 Contrastes para distribuciones normales, test ANOVA, comparaciones múltiples.
2.2 Contrastes no paramétricos: Rachas, Mann-Whitney, Kruskal-Wallis.
3.-Modelos de regresión
3.1 Regresión lineal simple, crítica y validación del modelo, transformación Box-Cox, predicción.
3.2 Modelo lineal general, covariables y factores, análisis de la covarianza. Descomposición de la variabilidad, test ANOVA, procedimientos automáticos de construcción de modelos.
3.3 Modelo lineal con respuesta multivariante, MANOVA.
4.- Modelos para variables categóricas.
4.1 Tabla de contingencia
4.2 Modelos de regresión logística, modelos log-lineales.
5.-Análisis de datos de supervivencia.
5.1 Medidas de frecuencia, riesgo y supervivencia. Censura. Estimador de Kaplan-Meier
5.2 Modelos paramétricos: Weibull.
5.2 Modelos semiparamétricos: azar proporcional.

Programa de Simulación Numérica
1. Introducción
2. Ecuaciones Medios Continuos
3. Métodos Numéricos
4. Diferencias Finitas
5. Elementos finitos
6. Volúmenes Finitos
En los seminarios de problemas se repasarán los distintos conceptos (aproximación, diferenciación, integración, etc.,), que definen la asignatura, se ilustrarán con casos prácticos y se analizarán posibles soluciones, en orden creciente de complejidad y prestaciones.
En las prácticas de ordenador, el objetivo es el manejo de un código comercial de elementos finitos (ABAQUS) para la resolución de problemas simples en mecánica de sólidos y fluidos, así como el uso de códigos implementados en MatLab.
Con la realización del trabajo de asignatura los estudiantes resolverán de forma individual o en grupos de dos personas un trabajo simple.

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

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.
La asignatura se imparte en el cuatrimestre de otoño.

La parte correspondiente a Bioestadística se impartirá en su totalidad en aula informática con el propósito de que las técnicas estadísticas se motiven a partir del análisis de datos biomédicos y, simultáneamente, los estudiantes entren en contacto con el tratamiento estadístico de datos mediante los software Minitab y R.

La parte de Simulación Numérica tendrá una componente teórica impartida en el aula y una serie de sesiones prácticas que se impartirán en sala informática, fundamentalmente utilizando software comercial, como son Matlab y Abaqus.

Las fechas de 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 se dará a conocer con suficiente antelación en clase y en la página web de la asignatura en el anillo digital docente, https://moodle.unizar.es/.

4.5. Bibliografía y recursos recomendados

http://psfunizar10.unizar.es/br13/egAsignaturas.php?codigo=69701