

## 69301 - Bioestadística y simulación numérica en ingeniería biomédica

### Información del Plan Docente

<b>Año académico</b>	2018/19
<b>Asignatura</b>	69301 - Bioestadística y simulación numérica en ingeniería biomédica
<b>Centro académico</b>	110 - Escuela de Ingeniería y Arquitectura
<b>Titulación</b>	330 - Complementos de formación Máster/Doctorado 547 - Máster Universitario en Ingeniería Biomédica
<b>Créditos</b>	6.0
<b>Curso</b>	XX
<b>Periodo de impartición</b>	Indeterminado
<b>Clase de asignatura</b>	Complementos de Formación, Obligatoria
<b>Módulo</b>	---

### 1. Información Básica

#### 1.1. Objetivos de la asignatura

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

La parte bioestadística proporciona 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.

Además se introducen en la construcción de modelos que expliquen las relaciones entre variables de interés en estudios observacionales. La Estadística permite cuantificar la incertidumbre presente en los datos y mediante las técnicas de regresión se podrán hacer predicciones de valores venideros así como proporcionar cotas del error para tales predicciones.

Asimismo los estudiantes aprenden las técnicas propias del análisis de datos de supervivencia así como la comparación del riesgo cuando se aplican diferentes tratamientos.

Otro objetivo que esta asignatura persigue es que los estudiantes sean capaces de hacer frente al 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.

## 69301 - Bioestadística y simulación numérica en ingeniería biomédica

### 1.2.Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

La asignatura Bioestadística y Métodos Numéricos es una asignatura obligatoria Máster en Ingeniería Biomédica.

La docencia de la materia de métodos estadísticos y de simulación numérica en el Máster se centra en las herramientas estadísticas y matemáticas básicas de gran utilidad en el desarrollo de diferentes asignaturas del máster. El desarrollo de la asignatura será completamente centrado y orientado en torno a problemas de 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, ya que 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 eminentemente básico, de tal forma que pueda ser cursada por estudiantes provenientes de áreas tanto técnicas como biomédicas.

El único requisito para cursar esta asignatura es 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 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]

## 69301 - Bioestadística y simulación numérica en ingeniería biomédica

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 demostrar los siguientes resultados...

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.

Comprender 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.

Ser 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.

Comprender 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.

## 69301 - Bioestadística y simulación numérica en ingeniería biomédica

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

En buena parte de los problemas de carácter biomédico se proponen hipótesis de trabajo cuya comprobación 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 diseñadas para una experimentación. Los métodos estadísticos son, de una parte, el procedimiento para extraer la información relevante contenida en ellas, por ejemplo para reconocer patrones o relaciones entre variables de interés. Por otro lado, en cualquier investigación será necesario revisar bibliografía o referencias cuyos resultados se basarán en un análisis estadístico, la significación de determinados test o modelos estadísticos, de modo que será necesario interpretarlos adecuadamente o ser capaz de 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

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

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 Métodos numéricos.

Si en la convocatoria de junio se tiene una calificación igual o superior a 5 sólo en una de las dos partes, Bioestadística o Métodos Numéricos, el alumno se examinará únicamente de la parte pendiente en la convocatoria de septiembre.

Las actividades a realizar para la evaluación de la parte de Bioestadística serán:

- Prueba presencial 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).

## 69301 - Bioestadística y simulación numérica en ingeniería biomédica

Las actividades a realizar para la evaluación de la parte de Métodos Numéricos 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 resolución de problemas simples. La implementación se podrá realizar en programas de resolución numérica o simbólica (Matlab). La calificación de esta prueba representará un 15% de la nota final. Tiempo total de dedicación: 20 horas.
- Evaluación de prácticas de laboratorio (5% de la nota final).

### 4. Metodología, actividades de aprendizaje, programa y recursos

#### 4.1. Presentación metodológica general

La metodología de la parte de Bioestadística que se propone 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 de informática en las que se aprenderá a trabajar con un software estadístico.

El proceso de aprendizaje de la parte de Métodos Numéricos 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 derivadas parciales, como son fundamentalmente, aquellos problemas relacionados con la Bioingeniería.

La parte de métodos numéricos 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 fuerte 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

- **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.

## 69301 - Bioestadística y simulación numérica en ingeniería biomédica

**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.** Mediante el desarrollo del trabajo de asignatura, 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.

## 69301 - Bioestadística y simulación numérica en ingeniería biomédica

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 Métodos Numéricos**

0. Introducción

1. Ecuaciones Medios Continuos

3. Métodos Numéricos

4. Diferencias Finitas

5. Elementos finitos

6. Volúmenes Finitos

7. Ejemplos de aplicación en el contexto de Ingeniería Biomédica

## 69301 - Bioestadística y simulación numérica en ingeniería biomédica

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 Laboratorio, 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 Métodos Numéricos 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 tutorados 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/>.

### 4.5. Bibliografía y recursos recomendados