

23-24

MÁSTER UNIVERSITARIO EN FÍSICA  
MÉDICA

# GUÍA DE ESTUDIO PÚBLICA



## ANÁLISIS DE DECISIONES EN MEDICINA

CÓDIGO 21153013

Ambito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el  
Código Seguro de Verificación (CSV) en la dirección <https://sede.uned.es/validar>



475E2E023B1317ABD6FD2A71CD44182

uned

# ÍNDICE

PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN  
REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR ESTA ASIGNATURA  
EQUIPO DOCENTE  
HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE  
COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE  
RESULTADOS DE APRENDIZAJE  
CONTENIDOS  
METODOLOGÍA  
SISTEMA DE EVALUACIÓN  
BIBLIOGRAFÍA BÁSICA  
BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA  
RECURSOS DE APOYO Y WEBGRAFÍA



|                           |                                       |
|---------------------------|---------------------------------------|
| Nombre de la asignatura   | ANÁLISIS DE DECISIONES EN MEDICINA    |
| Código                    | 21153013                              |
| Curso académico           | 2023/2024                             |
| Título en que se imparte  | MÁSTER UNIVERSITARIO EN FÍSICA MÉDICA |
| Tipo                      |                                       |
| Nº ETCS                   | 0                                     |
| Horas                     | 0.0                                   |
| Periodo                   | SEMESTRE                              |
| Idiomas en que se imparte |                                       |

## PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN

En esta asignatura se estudian los fundamentos matemáticos del diagnóstico médico probabilista y de la toma de decisiones, en especial mediante la construcción de modelos gráficos probabilistas, como las redes bayesianas y los diagramas de influencia. Estos modelos se han desarrollado a partir de los años 1980 en el campo de la inteligencia artificial y se han aplicado con éxito en numerosas áreas, especialmente en medicina.

En la práctica clínica y en la gestión sanitaria es necesario tomar decisiones en medio de incertidumbre. Una decisión puede ser, por ejemplo, realizar o no realizar un test, aplicar o no aplicar cierta terapia, adquirir o no adquirir cierto equipamiento para un hospital... La incertidumbre se debe principalmente a que el mundo real es no determinista (al menos dados nuestros conocimientos actuales) y a que en muchas ocasiones la información disponible es incompleta, imprecisa o errónea (por ejemplo, puede haber falsos positivos o falsos negativos).

El análisis de decisiones consiste, precisamente, en construir modelos matemáticos que permitan predecir el resultado de las distintas opciones disponibles y, por tanto, tomar las decisiones que se supone que van a resultar más beneficiosas, integrando todas las fuentes de información disponibles, desde la historia clínica del paciente (antecedentes, síntomas, signos, etc.) hasta las pruebas más sofisticadas, como test genéticos, resonancia magnética, TAC, PET, etc.

Por eso esta asignatura enlaza especialmente con las dos de imagen médica y con la de *Instrumentación Biomédica*. Por su énfasis en los modelos probabilistas está relacionada con la *Bioestadística*. Y como estos modelos se implementan siempre con un computador, esta asignatura se apoya en *Informática para Física Médica*.

En cuanto al ámbito profesional, se ajusta a las propuestas del movimiento de la *Medicina Basada en la Evidencia*, que insiste en la necesidad de cuantificarlo todo y de aplicar métodos de razonamiento riguroso, en vez de basar la toma de decisiones únicamente en la opinión de expertos, la propia experiencia y la intuición. Más aún, debido al crecimiento alarmante del gasto sanitario en todos los países, se hace cada vez más necesario tener en cuenta el coste económico de cada una de las intervenciones, lo cual hace que el análisis de coste-resultados sea un tema de acuciante actualidad.

Por todo ello, el análisis de decisiones está jugando un papel cada vez más importante en la medicina de hoy, y en un futuro próximo será una de las competencias imprescindibles de todo profesional de la sanidad.

Las principales competencias de este Máster que se van a tratar en ella son dos:

Ámbito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el "Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección <https://sede.uned.es/validar>



475E2E023B1317ABD6FD2A71CD44182

·Conocimiento de las técnicas de modelado matemático más relevantes dentro del campo de la física y de la medicina.

·Conocimiento de los fundamentos de estadística aplicada a las ciencias biomédicas y capacidad para interpretar y expresar los resultados de sus intervenciones como físico médico según la metodología de medicina basada en la evidencia.

## REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR ESTA ASIGNATURA

Esta asignatura no requiere conocimientos previos específicos, pues el material básico preparado por el equipo docente explica los conceptos fundamentales necesarios, por ejemplo sobre grafos y sobre probabilidad. El único requisito es tener mentalidad matemática para seguir la exposición de los contenidos: definiciones, teoremas, demostraciones... Si Vd. cree que puede tener dificultades para cursar esta asignatura, le recomendamos que antes de matricularse examine la bibliografía básica, que se encuentra disponible de forma gratuita en internet.

## EQUIPO DOCENTE

Nombre y Apellidos

Correo Electrónico

Teléfono

Facultad

Departamento

FRANCISCO JAVIER DIEZ VEGAS (Coordinador de asignatura)

fjdiez@dia.uned.es

91398-7161

ESCUELA TÉCN.SUP INGENIERÍA INFORMÁTICA

INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Nombre y Apellidos

Correo Electrónico

Teléfono

Facultad

Departamento

MANUEL ARIAS CALLEJA

marias@dia.uned.es

91398-8743

ESCUELA TÉCN.SUP INGENIERÍA INFORMÁTICA

INTELIGENCIA ARTIFICIAL

## HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE

Para **consultas de interés general** (por ejemplo, sobre los contenidos de la asignatura, sobre cómo interpretar los enunciados de los ejercicios, etc.) envíe un mensaje al foro de la asignatura. No debe preguntar en el foro cómo resolver los ejercicios de evaluación.

Para **consultas particulares** (por ejemplo, una duda sobre la resolución de los ejercicios o sobre las calificaciones), puede preguntar en privado al profesor de la asignatura:

**Prof. Francisco Javier Diez Vegas**

Guardias: lunes y miércoles 16:00-18:00.

Asistencia al estudiante: lunes y miércoles 10:30-13:30.

ETSI Informática. c/ Juan del Rosal, 16. Despacho 3.09.

Teléfono: 913987161

Correo electrónico: fjdiez@dia.uned.es.

**Prof. Manuel Arias Calleja**

Ámbito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el "Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección <https://sede.uned.es/valida/475E2E023B13117ABD6FD2A71CD44182>



Guardias: lunes 15:00-19:00.

Asistencia al estudiante: Lunes de 10:30 a 13:30. Miércoles de 10:30 a 12:30 h y de 15 a 18 h

ETSI Informática. c/ Juan del Rosal, 16. Despacho 3.02.

Teléfono: 913988743

Correo electrónico: marias@dia.uned.es

## COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE

### COMPETENCIAS BÁSICAS

CB6 - 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

CB7 - 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

CB8 - 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

CB9 - 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

CB10 - 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.

### COMPETENCIAS GENERALES

CG01 - Adquirir la capacidad de comprensión de conocimientos y aplicación en la resolución de problemas

CG02 - Desarrollar capacidad crítica, de evaluación, creativa y de investigación

CG03 - Adquirir capacidad de estudio, de autoaprendizaje, de organización y de decisión

CG04 - Dominar las habilidades y métodos de investigación relacionados con el campo de estudio

CG05 - Adquirir la capacidad de detectar carencias en el estado actual de la ciencia y tecnología

CG06 - Desarrollar la capacidad para proponer soluciones a las carencias detectadas

CG07 - Desarrollar la capacidad para proponer y llevar a cabo experimentos con la metodología adecuada, así como para extraer conclusiones y determinar nuevas líneas de investigación

### COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

CE05 - Desarrollar la habilidad y destreza necesarias en la experimentación física para aplicar sus conocimientos físicos, teóricos y prácticos en la física médica

CE06 - Ser capaz de intercambiar información y responder a las necesidades expresadas por profesionales biomédicos, dentro de sus competencias como físico médico

Ámbito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el "Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección <https://sede.uned.es/valida/475E2E023B13117ABD6FD2A71CD44182>



## RESULTADOS DE APRENDIZAJE

- Comprender los conceptos fundamentales sobre la probabilidad
- Aplicar el teorema de Bayes a problemas de diagnóstico sencillos
- Construir redes bayesianas para problemas de diagnóstico complejos
- Construir diagramas de influencia y árboles de decisión para problemas complejos de toma de decisiones
- Realizar análisis de sensibilidad para problemas de decisión
- Comprender los fundamentos matemáticos del análisis de coste-efectividad
- Realizar el análisis de coste-efectividad para problemas sencillos.
- Conocer las principales cuestiones éticas y sociales relativas al análisis de decisiones.

## CONTENIDOS

### Tema 1. Teoría de la probabilidad

- 1.1. Variables, valores y probabilidad individual
- 1.2. Probabilidades conjunta, marginal y condicional
- 1.3. Independencia y correlación
- 1.4. Teorema de Bayes
- 1.5. Diagnóstico probabilista con un solo hallazgo

### Tema 2. Redes bayesianas

- 2.1. Definición de red bayesiana
- 2.2. Redes bayesianas y causalidad
- 2.3. Modelos canónicos
- 2.4. Construcción de redes bayesianas en medicina

### Tema 3. Diagramas de influencia y árboles de decisión

- 3.1. Valor esperado y utilidad esperada
- 3.2. De un diagrama de influencia a un árbol de decisión
- 3.3. Evaluación de árboles de decisión
- 3.4. Diagramas de influencia en medicina

### Tema 4. Análisis de sensibilidad

- 4.1. Análisis de sensibilidad determinista
- 4.2. Análisis de sensibilidad probabilista

Ámbito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el "Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección <https://sede.uned.es/validar>



475E2E023B1317ABD6FD2A71CD44182

## Tema 5. Análisis de coste-utilidad

5.1. Fundamentos del análisis de coste-resultados

5.2. Selección de intervenciones independientes

5.3. Selección de intervenciones excluyentes

## Tema 6. Cuestiones éticas y sociales

6.1. Sistemas de ayuda a la decisión en la práctica clínica

6.2. Aspectos éticos y sociales del análisis de coste-utilidad.

## METODOLOGÍA

El trabajo del alumno en esta asignatura se basa sobre todo en los siguientes puntos:

- **Estudio** de la bibliografía básica, que consta de dos documentos elaborados por el profesor de esta asignatura para los alumnos de la UNED. El profesor ha puesto el máximo interés en que su contenido sea lo más claro posible, y ha incluido numerosos ejemplos y ejercicios, insertados en el texto, con el fin de ir asentando los conocimientos a medida que el alumno estudia su contenido.

El libro [Intro-MGPs] incluye para cada capítulo un material previo, dividido en cuatro puntos: resumen, contexto (para situar dicho capítulo en el contexto de la asignatura y del máster), objetivos y requisitos previos. Al final de cada capítulo se ofrece una bibliografía adicional comentada y una serie de actividades propuestas; estas actividades incluidas en el texto son opcionales y no forman parte de la evaluación.

El documento [Prob-Dec-Medicina] incluye también una selección de bibliografía comentada y una amplia colección de ejercicios resueltos.

- Realización de los **ejercicios y actividades** propuestos en la bibliografía recomendada (que, insistimos, no forman parte de la evaluación). Estos ejercicios son principalmente de dos tipos:

- Ejercicios “de lápiz y papel”: por ejemplo, completar la demostración de algún teorema, calcular una probabilidad, resolver un problema de análisis de decisiones, etc.

- Prácticas de ordenador con el programa OpenMarkov. Por ejemplo, construir una red bayesiana o un diagrama de influencia para cierto problema médico.

- **Ejercicios de evaluación.** En el apartado *Actividades* de la plataforma aLF/Innova hay una serie de ejercicios para cada uno de los seis temas en que está dividida la asignatura. Estos ejercicios, al igual que los propuestos en la bibliografía recomendada, son de dos tipos: resolución de problemas y prácticas con OpenMarkov. Los alumnos deberán entregarlos a través de la propia plataforma en las fechas establecidas, ya que la evaluación de la asignatura se basa principalmente en la resolución de estos ejercicios.

Ámbito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el "Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección <https://sede.uned.es/validar/475E2E023B13177ABD6FD2A71CD44182>



- **Discusiones** en los foros de aLF. El profesor propondrá varios debates y los alumnos deberán exponer sus opiniones, dando argumentos que las justifiquen. La participación en los foros contribuirá a la calificación final del alumno/a, aunque en medida muy inferior a la resolución de los ejercicios.

## SISTEMA DE EVALUACIÓN

### TIPO DE PRUEBA PRESENCIAL

Tipo de examen No hay prueba presencial

### CARACTERÍSTICAS DE LA PRUEBA PRESENCIAL Y/O LOS TRABAJOS

Requiere Presencialidad No

Descripción

En esta asignatura no hay pruebas presenciales.

Criterios de evaluación

Ponderación de la prueba presencial y/o los trabajos en la nota final

Fecha aproximada de entrega

Comentarios y observaciones

### PRUEBAS DE EVALUACIÓN CONTINUA (PEC)

¿Hay PEC? Si, PEC no presencial

Descripción

Hay una PEC por cada tema.

Criterios de evaluación

Para aprobar esta asignatura es necesario tener una **nota mínima de 3 en cada uno de los temas** (antes de aplicar las reducciones por retrasos, que se indican más adelante) y una media igual o superior a 5 (con las reducciones).

Ponderación de la PEC en la nota final 100%

Fecha aproximada de entrega La primera se entregará a mediados de diciembre. La sexta y última a mediados de junio. La fecha exacta se indica en aLF para cada PEC.

Comentarios y observaciones

Ámbito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el "Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección <https://sede.uned.es/valida/>



475E2E023B1317ABD6FD2A71CD44182

La calificación se basa principalmente en las PECs. Los enunciados estarán disponibles en la plataforma aLF y deberán ser entregados a través de esa misma plataforma.

#### **Sobre las fechas de entrega**

Aunque esta asignatura es de primer cuatrimestre, la experiencia indica que la mayor parte de los alumnos no pueden terminarla antes de febrero. Por ello las fechas indicadas para la entrega de ejercicios van desde diciembre hasta junio. Si algún alumno desea aprobar la asignatura en febrero, deberá comunicárselo al profesor, quien le indicará una fecha de entrega más temprana.

Los alumnos que entreguen en las fechas señaladas, es decir, entre diciembre y junio, figurarán en un anexo del acta de febrero. Quienes los entreguen más tarde irán en el acta extraordinaria de septiembre.

#### **Entregas fuera de plazo**

Se admiten los ejercicios entregados fuera de plazo, pero la nota se reducirá el 1% por cada día de retraso. Por ejemplo, si un alumno entrega 5 días más tarde los ejercicios de un tema y obtiene un 8'6, la calificación será  $8'6 * (1 - 0'01 * 5) = 8'17$ . La reducción máxima es del 30%; por ejemplo, si los entregara con más de un mes de retraso, la calificación sería  $8'6 * 0'7 = 6'02$ .

El propósito de este sistema es estimular la entrega de los ejercicios en las fechas previstas. Si no permitiéramos la entrega fuera de plazo, el alumno que no llegara a tiempo en uno de los temas suspendería la asignatura. Pero si la fecha de entrega fuera sólo orientativa, muchos alumnos, presionados por otras obligaciones, pospondrían esta tarea *sine die* y al final no los entregarían. De todos modos, si algún alumno/a ve que no va a poder entregar los ejercicios a tiempo, puede escribir al profesor solicitando una ampliación de plazo con el fin de no ser penalizado/a por entregarlos más tarde.

Con el mismo propósito de estimular la entrega a tiempo, el profesor se compromete a evaluar en la semana siguiente, dentro del período lectivo, los ejercicios entregados en las fechas indicadas. Los entregados fuera de plazo se corregirán en junio o en septiembre, poco antes de emitir las actas.

#### **OTRAS ACTIVIDADES EVALUABLES**

¿Hay otra/s actividad/es evaluable/s? No

Descripción

Criterios de evaluación

Ponderación en la nota final

Fecha aproximada de entrega

Comentarios y observaciones

#### **¿CÓMO SE OBTIENE LA NOTA FINAL?**

La nota final se calcula como la media ponderada de las calificaciones obtenidas en las PECs. La participación en los foros puede incrementar esta puntuación, pero nunca reducirla. También se pueden obtener puntos extra por detectar erratas relevantes en los apuntes.

Ámbito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el "Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección <https://sede.uned.es/valida/475E2E023B1317ABD6FD2A71CD44182>



## BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

[Intro-MGPs] F. J. Díez. Introducción a los Modelos Gráficos Probabilistas. UNED, Madrid, 2007.

Material elaborado por el profesor de esta asignatura para los alumnos de la UNED. Trata principalmente las redes bayesianas y los diagramas de influencia, incluyendo los aspectos computacionales.

[Prob-Dec-Medicina] F. J. Díez. Teoría probabilista de la decisión en medicina. Informe Técnico CISIAD-07-01, UNED, Madrid, 2007.

Elaborado por el profesor de esta asignatura. También trata los diagramas de influencia, pero sin entrar a fondo en los aspectos computacionales. Incluye temas de especial relevancia en medicina, como la medición de la calidad de vida, el análisis de coste-efectividad, el análisis de sensibilidad y la ética, que no se tratan en [Intro-MGPs].

## BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Los dos documentos señalados en la bibliografía básica contienen una selección de bibliografía comentada al final de cada tema. Como se dice allí, existen numerosos libros que explican muy bien todos los aspectos del análisis de decisiones en medicina (excepto los modelos gráficos probabilistas, que sólo se tratan en unos pocos libros, y de forma muy breve; la mayor parte de los libros ni siquiera los mencionan). Entre esos libros podemos recomendar el siguiente, por ser muy claro y muy práctico:

- Edlin, R., McCabe, C., Hulme, C., Hall, P., Wright, J. *Cost Effectiveness Modelling for Health Technology Assessment: A Practical Course*. Adis, 2015.

Para profundizar en el tema, recomendamos este libro:

- Hunink, M.G.M., Weinstein, M.C., et al. *Decision Making in Health and Medicine. Integrating Evidence and Values*. 2ª edición. Cambridge University Press, 2014.

El mejor libro sobre modelos gráficos probabilistas es:

- Koller, D., Friedman, N. *Probabilistic Graphical Models: Principles and Techniques*. MIT Press, 2009.

aunque está orientado sobre todo a estudiantes e investigadores de ciencias de la computación, y su nivel excede con mucho el de esta asignatura.

Ámbito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el "Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección <https://sede.uned.es/validar>



475E2E023B1317ABD6FD2A71CD44182

## RECURSOS DE APOYO Y WEBGRAFÍA

El apoyo telemático para esta asignatura se proporciona a través de la plataforma docente de la UNED. La comunicación del profesor con los alumnos se realizará principalmente a través del foro de esta asignatura.

Conviene que a medida que el alumno estudia la asignatura practique con el programa OpenMarkov, para consolidar los conocimientos adquiridos. El programa OpenMarkov es un entorno gráfico para la construcción y evaluación de modelos gráficos probabilistas, desarrollado por la UNED, que ha sido utilizado en más de 30 países de 4 continentes. OpenMarkov está escrito y compilado en Java, lo cual permite que pueda funcionar en diferentes plataformas y sistemas operativos (linux, Windows, etc.). En el sitio web de OpenMarkov puede encontrar un archivo ejecutable, el código fuente del programa, un tutorial, documentos técnicos, etc.

---

## IGUALDAD DE GÉNERO

En coherencia con el valor asumido de la igualdad de género, todas las denominaciones que en esta Guía hacen referencia a órganos de gobierno unipersonales, de representación, o miembros de la comunidad universitaria y se efectúan en género masculino, cuando no se hayan sustituido por términos genéricos, se entenderán hechas indistintamente en género femenino o masculino, según el sexo del titular que los desempeñe.

Ámbito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el "Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección <https://sede.uned.es/valida/475E2E023B13117ABD6FD2A71CD44182>

