

ANÁLISIS DE DECISIONES EN MEDICINA

Curso 2016/2017

(Código:21153013)

1.PRESENTACIÓN

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.

2.CONTEXTUALIZACIÓN

En medicina es necesario tomar decisiones en medio de incertidumbre. Las decisiones pueden 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 errónea (por ejemplo, puede haber falsos positivos o falsos negativos) o imprecisa.

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 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 porque estos modelos se implementan siempre con un computador, esta asignatura se apoya en la *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 intuición y la experiencia. 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:

- 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.

3.REQUISITOS PREVIOS RECOMENDABLES

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.

4.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.

5.CONTENIDOS DE LA ASIGNATURA

RESUMEN

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 no probabilista
- 4.2. Análisis de sensibilidad probabilista

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

INDICACIONES DETALLADAS

Tema 1. Teoría de la probabilidad

Introducción general al tema

Se repasan los fundamentos de la probabilidad y se estudia cómo aplicarlos a problemas de diagnóstico médico sencillos (un



solo hallazgo).

Esquema

- 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

Orientaciones sobre los contenidos del tema

Estudiar las secs. 1.1 y 1.2 de [1] (cf. bibliografía recomendada).

Tema 2. Redes bayesianas

Introducción general al tema

Se estudian las propiedades básicas de las redes bayesianas y la forma de construirlas a partir de bases de datos y/o conocimiento experto. Con ellas se pueden abordar problemas en que es necesario combinar un buen número de hallazgos procedentes de distintas fuentes de información.

Esquema

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

Orientaciones sobre los contenidos del tema

Estudiar [1], desde la sec. 1.3 hasta el cap. 3, inclusive, y la sec. 5.1.

Tema 3. Diagramas de influencia y árboles de decisión

Introducción general al tema

Se estudian dos modelos de análisis de decisiones: los diagramas de influencia y los árboles de decisión, y la relación entre ellos, así como la forma de construir modelos de estos tipos en medicina. Con ellos se pueden abordar problemas en que es necesario tomar decisiones, tales como la realización de un test o la aplicación de una terapia.

Esquema

- 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

Orientaciones sobre los contenidos del tema

Estudiar el cap. 4 de [1] y las secs. 1 a 3 de [2].

Tema 4. Análisis de sensibilidad

Introducción general al tema

Prácticamente todas las fuentes de información que se utilizan para construir un modelo de ayuda a la decisión presentan incertidumbre. Por ello, una vez construido el modelo es necesario ver si las conclusiones son sensibles a cambios provocados por dicha incertidumbre. En este tema estudiamos algunos de los métodos básicos más utilizados.



Esquema

- 4.1. Análisis de sensibilidad no probabilista
- 4.2. Análisis de sensibilidad probabilista

Orientaciones sobre los contenidos del tema

Estudiar la sec. 4 de [2].

Tema 5. Análisis de coste-utilidad

Introducción general al tema

En medicina todas las intervenciones tienen un coste, no sólo económico, y por ello es necesario plantearse si los beneficios obtenidos, en términos de salud para el paciente (o de forma más precisa, en términos de cantidad y calidad de vida) compensan dicho coste. La forma de abordar matemáticamente ese estudio es el análisis de coste-resultados. Este capítulo se centra en una de las modalidades de dicho análisis, que es el análisis de coste-utilidad.

Esquema

- 5.1. Fundamentos del análisis de coste-resultados
- 5.2. Selección de intervenciones independientes
- 5.3. Selección de intervenciones excluyentes

Orientaciones sobre los contenidos del tema

Estudiar la sec. 5 de [2].

Tema 6. Cuestiones éticas y sociales

Introducción general al tema

A pesar de que desde el punto de vista matemático el análisis de decisiones tiene unos axiomas muy claros, a la hora de llevarlo a la práctica surgen numerosos problemas éticos, la mayor parte de los cuales aún no están resueltos. En este tema se pretende que el alumno sea consciente de ellos y pueda tenerlos en cuenta a la hora de aplicar el análisis de decisiones a problemas concretos.

Esquema

- 6.1. Sistemas de ayuda a la decisión en la práctica clínica
- 6.2. Aspectos éticos y sociales del análisis de coste-utilidad.

Orientaciones sobre los contenidos del tema

Estudiar la sec. 6 de [2] y el material sobre "Ética y análisis de coste-efectividad" disponible en el área *Materiales del curso* de aLF/Innova.

6. EQUIPO DOCENTE

- [FRANCISCO JAVIER DIEZ VEGAS](#)

7. 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 [1] 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 [2] 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.
- 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.

8.BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

Comentarios y anexos:

- [1] 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.

- [2] 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 [1].

9.BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Comentarios y anexos:

Los dos documentos señalados en la bibliografía básica contienen una selección de bibliografía comentada al final de cada tema. Entre dichas referencias recomendamos especialmente las siguientes por tratarse de libros muy completos y muy bien escritos, al alcance de todo estudiante de esta asignatura:

- [3] E. Castillo, J. M. Gutiérrez, A. S. Hadi: [Sistemas Expertos y Modelos de Redes Probabilísticas](#). Academia de Ingeniería, Madrid, 1997.

Disponible de forma gratuita en internet.

- [4] R. E. Neapolitan. *Learning Bayesian Networks*. Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ, 2003.

Cada uno de ellos cubre todos los temas relacionados con los modelos gráficos probabilistas (al menos, todos los temas que



se estudian en esta asignatura), aunque no tratan los temas específicos de la medicina.

El libro siguiente, en cambio, trata muy bien todos los aspectos del análisis de decisiones en medicina, pero no menciona los modelos gráficos probabilistas:

[5] Hunink, M.G.M., Glasziou P.P., et al. *Decision Making in Health Care. Integrating Evidence and Values*. Cambridge University Press, Cambridge, RU.

10.RECURSOS DE APOYO AL ESTUDIO

El apoyo telemático para esta asignatura se proporciona a través de aLF/Innova, una plataforma de trabajo cooperativo a través de Internet desarrollada por la UNED. Dentro de aLF, se encuentra el grupo de posgrado *Física Médica*, que contiene, entre otras, la asignatura *Análisis de Decisiones en Medicina*. La comunicación del profesor con los alumnos se realizará principalmente a través del foro que existe en aLF para 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. OpenMarkov está escrito y compilado en Java, lo cual permite que pueda funcionar en diferentes plataformas y sistemas operativos (linux, Windows, etc.). En la página www.openmarkov.org puede encontrar un archivo ejecutable, el código fuente del programa, un tutorial, documentos técnicos, etc.

11.TUTORIZACIÓN Y SEGUIMIENTO

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 del grupo de trabajo en aLF ya mencionado. Por favor, no pregunte en el grupo cómo resolver los ejercicios de evaluación.

Para consultas particulares (por ejemplo, sobre una nota que no aparece), puede preguntar al profesor de la asignatura, Francisco Javier Díez Vegas, llamando al teléfono 91.398.7161 en horario de guardia, es decir, los lunes y miércoles de 16:00 a 18:00 h. Asistencia al estudiante: lunes y miércoles de 9:30 a 13:30, o por correo electrónico: fjdiez@dia.uned.es.

12.EVALUACIÓN DE LOS APRENDIZAJES

La calificación se basará en unas pruebas de evaluación a distancia (que estarán disponibles en la plataforma aLF/Innova y supondrán como mínimo el 90% de la calificación) y en la participación en el foro (como máximo, el 10%). Para aprobar esta asignatura es necesario tener una nota mínima de 3 en cada uno de los temas y una media igual o superior a 5.

Los enunciados estarán disponibles en la plataforma aLF y deberán ser entregados a través de esa misma plataforma en la fecha que se indicará para cada una de ellas. Para estimular a los alumnos a estudiar la asignatura con regularidad, se aplicará una penalización por entregar los ejercicios fuera de plazo, como se indica en las instrucciones que acompañan a los enunciados.

En esta asignatura no hay pruebas presenciales.

13.COLABORADORES DOCENTES

Véase equipo docente.

14.Apéndice. Trabajos de fin de máster

Dos temas de trabajo relacionados con esta asignatura pueden ser la construcción de un modelo de análisis de decisiones (un diagrama de influencia) o la realización de un estudio de coste-efectividad para alguna técnica de física médica. Para más información, consulte la página de [investigación sobre modelos gráficos probabilistas](#).



En la página www.cisiad.uned.es/tesis.html pueden encontrar ejemplos de trabajos de fin de máster relacionados con esta asignatura realizados por otros alumnos.

