

Guía docente de la asignatura

**Modelos Gráficos Probabilísticos  
(M51/56/3/19)**Fecha de aprobación por la Comisión  
Académica: 05/07/2022**Máster**Máster Universitario en Ciencia de Datos e Ingeniería de  
Computadores**MÓDULO**

Módulo de Modelos Avanzados de Ciencias de Datos

**RAMA**

Ingeniería y Arquitectura

**CENTRO RESPONSABLE  
DEL TÍTULO**

Escuela Internacional de Posgrado

**Semestre**

Segundo

**Créditos**

4

**Tipo**

Optativa

**Tipo de  
enseñanza**

Presencial

**PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES**

Recomendaciones: buena formación matemática básica, especialmente en teoría de la probabilidad y estadística; formación informática básica con conocimiento elemental de R y Java.

**BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (Según memoria de verificación del Máster)**

- Introducción a los modelos probabilísticos
- Redes bayesianas
- Otros modelos gráficos probabilísticos
- Construcción de redes bayesianas
- Problemas de inferencia en modelos gráficos
- Estimación de probabilidades
- Aprendizaje estructural
- Modelos gráficos en problemas de clasificación y clustering

**COMPETENCIAS****COMPETENCIAS BÁSICAS**

- CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en 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 - Capacidad de acceso y gestión de la información
- CG02 - Capacidad de análisis y síntesis
- CG03 - Capacidad de organización y planificación
- CG04 - Capacidad emprendedora
- CG05 - Capacidad para tomar decisiones de forma autónoma
- CG08 - Capacidad para trabajar en equipo

### COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

- CE05 - Capacidad para modelar y resolver problemas reales o académicos mediante técnicas de ciencia de datos
- CE06 - Capacidad para modelar y resolver problemas reales o académicos mediante tecnologías inteligentes o de inteligencia computacional.

### COMPETENCIAS TRANSVERSALES

- CT01 - Ser consciente de la importancia del desarrollo sostenible y demostrar sensibilidad medioambiental.
- CT02 - Ser consciente del derecho a la no discriminación y al acceso universal al conocimiento de las personas con discapacidad.

### RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Objetivos)

- Conocer y saber utilizar las redes bayesianas y otros modelos gráficos probabilísticos como mecanismos de representación del conocimiento con incertidumbre.
- Conocer y utilizar diferentes técnicas de ayuda a la construcción de redes bayesianas.
- Conocer y utilizar los principales mecanismos de inferencia aplicables en modelos gráficos probabilísticos.
- Conocer y utilizar las principales técnicas de estimación de probabilidades aplicables a las redes bayesianas.
- Conocer y utilizar las principales técnicas de aprendizaje automático de la estructura de



una red bayesiana.

- Conocer y utilizar las principales técnicas de clasificación y clustering basadas en modelos gráficos probabilísticos.
- Conocer y utilizar algunas de las herramientas software para la aplicación de las redes bayesianas a problemas reales y académicos.

## PROGRAMA DE CONTENIDOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS

### TEÓRICO

- **Tema 1: Introducción a los modelos probabilísticos**
  - Introducción al razonamiento probabilístico
  - Independencia condicional
  - Elicitación de probabilidades
- **Tema 2: Redes bayesianas**
  - Propiedades de las relaciones de independencia condicional
  - Representación de independencias mediante grafos
  - Parametrización de redes bayesianas
- **Tema 3: Otros modelos gráficos probabilísticos**
  - Grafos no dirigidos
  - Grafos cadena
- **Tema 4: Construcción de redes bayesianas**
  - Método general de construcción
  - Causalidad
  - Determinación y representación de las probabilidades condicionales
  - Puertas OR
  - Variables continuas
  - Modelos temporales
- **Tema 5: Problemas de inferencia en modelos gráficos**
  - Cálculo de probabilidades condicionales
  - Cálculo de la explicación más probable



- Cálculo de la cantidad de información
- Análisis de sensibilidad
- **Tema 6: Estimación de probabilidades**
  - Máxima verosimilitud
  - Modelos bayesianos
  - El problema del tamaño muestral equivalente
  - Datos incompletos
- **Tema 7: Aprendizaje estructural**
  - Algoritmos basados en tests de independencia
  - Algoritmos basados en optimización de métricas
  - Combinando información de expertos con aprendizaje automático
  - El espacio de búsqueda
- **Tema 8: Modelos gráficos en problemas de clasificación y clustering**
  - Naive Bayes
  - Modelo TAN
  - Modelo BAN
  - AODE AODE
  - Multiclasificadores
  - El algoritmo EM para clustering

## PRÁCTICO

- Construcción de redes bayesianas en Elvira
- Algoritmos de propagación en R (bnlearn)
- Aprendizaje de redes bayesianas en R (bnlearn)
- Clasificación supervisada y no supervisada con Weka, R

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL



- E. Castillo, J.M. Gutiérrez y A.S. Hadi (1997) *Sistemas Expertos y Modelos de Redes Probabilísticos*. Academia de Ingeniería, Madrid.
- A. Darwiche (2009) *Modeling and Reasoning with Bayesian Networks*. Cambridge University Press.
- F.V. Jensen, T.D. Nielsen (2007). *Bayesian networks and decision graphs* (2nd. Edition) New York, NY: Springer-Verlag.
- D. Koller, N. Friedman (2009) *Probabilistic Graphical Models: Principles and Techniques*. The MIT Press, Cambridge, MA
- J. Pearl (1988) *Probabilistic reasoning in intelligent systems: Networks of plausible inference*. San Mateo, CA.: Morgan Kaufmann Publishers.

### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- J.A. Gámez, S. Moral, A. Salmerón, eds. (2004) *Advances in Bayesian Networks*. Springer.
- U.B. Kjaerulff, A.L. Madsen (2008) *Bayesian Networks and Influence Diagrams. A Guide to Construction and Analysis*. Springer, New York.
- R.E. Neapolitan (1990) *Probabilistic Reasoning in Expert Systems*. John Wiley & Sons, New York, NY
- R.E. Neapolitan (2004) *Learning Bayesian Networks*. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.
- J. Pearl (2009) *Causality*. Cambridge University Press.
- J. Pearl, D. Mackenzie (2018) *The book of why: the new science of cause and effect*. Basic books.
- M. Scutari, J.B. Denis (2021) *Bayesian networks: with examples in R*. CRC press.
- I.H. Witten, E. Frank, L.E. Trigg, M.A. Hall, G. Holmes, S.J. Cunningham (1999) *Weka: Practical machine learning tools and techniques with Java implementations*.

### ENLACES RECOMENDADOS

- Sitio web del Máster Universitario Oficial en Ciencia de Datos e Ingeniería de Computadores: <http://masteres.ugr.es/datcom/>
- Enlace al curso de Coursera de Modelos Gráficos Probabilísticos de la Universidad de Stanford: <https://www.coursera.org/course/pgm>
- Bayes Server software: <https://www.bayesserver.com/>
- Página de bnlearn: <https://www.bnlearn.com/>
- Página web de la empresa Bayesia: <https://www.bayesia.com/>



## METODOLOGÍA DOCENTE

- MD01 Lección magistral/expositiva
- MD02 Resolución de problemas y estudio de casos prácticos
- MD03 Prácticas de laboratorio
- MD04 Seminarios
- MD05 Análisis de fuentes y documentos
- MD06 Realización de trabajos en grupo
- MD07 Realización de trabajos individuales

## EVALUACIÓN (instrumentos de evaluación, criterios de evaluación y porcentaje sobre la calificación final)

### EVALUACIÓN ORDINARIA

El artículo 17 de la Normativa de Evaluación y Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada establece que la convocatoria ordinaria estará basada preferentemente en la evaluación continua del estudiante, excepto para quienes se les haya reconocido el derecho a la evaluación única final.

- Examen presencial de conceptos básicos (50%).
- Entrega de 4 ejercicios de una relación (50%).

### EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA

El artículo 19 de la Normativa de Evaluación y Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada establece que los estudiantes que no hayan superado la asignatura en la convocatoria ordinaria dispondrán de una convocatoria extraordinaria. A ella podrán concurrir todos los estudiantes, con independencia de haber seguido o no un proceso de evaluación continua. De esta forma, el estudiante que no haya realizado la evaluación continua tendrá la posibilidad de obtener el 100% de la calificación mediante la realización de una prueba y/o trabajo.

- Examen presencial de conceptos básicos y ejercicios (100%).
- Se podrá conservar la calificación de los ejercicios de la convocatoria ordinaria, si el estudiante así lo desea. En ese caso la calificación será 50% el examen de conceptos básicos y 50% la calificación de los ejercicios.

### EVALUACIÓN ÚNICA FINAL

El artículo 8 de la Normativa de Evaluación y Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada establece que podrán acogerse a la evaluación única final, el estudiante que no pueda cumplir con el método de evaluación continua por causas justificadas.

Para acogerse a la evaluación única final, el estudiante, en las dos primeras semanas de



impartición de la asignatura o en las dos semanas siguientes a su matriculación si ésta se ha producido con posterioridad al inicio de las clases o por causa sobrevenidas. Lo solicitará, a través del procedimiento electrónico, a la Coordinación del Máster, quien dará traslado al profesorado correspondiente, alegando y acreditando las razones que le asisten para no poder seguir el sistema de evaluación continua.

La evaluación única final se realizará en un solo acto académico. Dicha prueba (evaluada de 0 a 10) incluirá pruebas tanto de tipo teórico como práctico que garanticen que el alumno ha adquirido la totalidad de las competencias descritas en esta guía docente.

