



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros  
Informaticos

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**103000359 - Redes Bayesianas**

### PLAN DE ESTUDIOS

10AJ - Master Universitario En Inteligencia Artificial

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2021/22 - Primer semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Competencias y resultados de aprendizaje.....	2
4. Descripción de la asignatura y temario.....	3
5. Cronograma.....	5
6. Actividades y criterios de evaluación.....	7
7. Recursos didácticos.....	10
8. Otra información.....	11

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	103000359 - Redes Bayesianas
<b>No de créditos</b>	5 ECTS
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Curso</b>	Primer curso
<b>Semestre</b>	Primer semestre
<b>Período de impartición</b>	Septiembre-Enero
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	10AJ - Master Universitario en Inteligencia Artificial
<b>Centro responsable de la titulación</b>	10 - Escuela Tecnica Superior De Ingenieros Informaticos
<b>Curso académico</b>	2021-22

## 2. Profesorado

---

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
Maria Concepcion Bielza Lozoya (Coordinador/a)	2210	c.bielza@upm.es	M - 15:00 - 19:00 V - 15:00 - 17:00
Pedro Maria Larrañaga Mugica	2208	pedro.larranaga@upm.es	M - 15:00 - 19:00 X - 15:00 - 17:00

\* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

## 3. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 3.1. Competencias

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.

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

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

CEIA4 - Capacidad de interpretar los modelos de clasificación supervisada y no supervisada obtenidos al aplicar las técnicas de Aprendizaje Automático para un conjunto de datos.

CG12 - Comprensión amplia de las técnicas y métodos aplicables en una especialización concreta, así como de sus límites.

CG13 - Apreciación de los límites del conocimiento actual y de la aplicación práctica de la tecnología más reciente.

CG18 - Capacidad de trabajar y comunicarse también en contextos internacionales

CG11 - Adquirir conocimientos científicos avanzados del campo de la informática que le permitan generar nuevas ideas dentro de una línea de investigación.

CG12 - Comprender el procedimiento, valor y límites del método científico en el campo de la Informática, siendo capaz de identificar, localizar y obtener datos requeridos en un trabajo de investigación, de diseñar y guiar investigaciones analíticas, de modelado y experimentales, así como de evaluar datos de una manera crítica y extraer conclusiones.

CG13 - Capacidad para valorar la importancia de las fuentes documentales, manejarlas y buscar la información para el desarrollo de cualquier trabajo de investigación.

CG14 - Capacidad de leer y comprender publicaciones dentro de su ámbito de estudio/investigación, así como su catalogación y valor científico.

## 3.2. Resultados del aprendizaje

RA30 - Ser capaz de aportar nuevas ideas, tanto a nivel metodológico como de aplicación del análisis de decisiones, yendo más allá de la frontera del conocimiento

RA34 - Expresar las ideas del estado del arte y las ideas nuevas aportadas, tanto de manera oral como escrita.

RA32 - Ser capaz de distinguir dónde está la frontera del conocimiento en aprendizaje automático, a partir de la lectura crítica de publicaciones científicas relevantes, habitualmente escritas en lengua inglesa.

RA31 - Saber modelizar problemas reales donde la incertidumbre es un componente esencial mediante redes Bayesianas, redes de neuronas o de clasificación, mediante paradigmas computacionales

## 4. Descripción de la asignatura y temario

---

### 4.1. Descripción de la asignatura

Esta asignatura expone las redes Bayesianas como herramientas gráficas bien consolidadas y de enorme aplicación en la actualidad para modelizar la incertidumbre y razonar con ella en sistemas inteligentes. La incertidumbre se modeliza con la probabilidad y el razonamiento se basa en la regla de Bayes. Se comienza explicando el significado de las redes para modelizar conocimiento con incertidumbre tanto causal como no causal, y tanto desde un punto de vista estructural (cualitativo) como paramétrico (cuantitativo). El siguiente paso es hacer preguntas a la red, es decir, inferir conocimiento a partir de observaciones o datos que se vayan recogiendo. Así, podemos preguntar por ejemplo por el diagnóstico de una enfermedad o por la explicación más probable de la evidencia observada. Los algoritmos pueden obtener la respuesta exacta o aproximada, en este último caso seguramente utilizando simulación Montecarlo. La red se construye analizando el problema con el experto, pero también puede inducirse de una base de datos. Éste es un tema actual: cómo obtener la estructura y los parámetros de la red, para lo que se expondrán métodos de aprendizaje automático. Finalmente, sabiendo cómo se construye la red y cómo se utiliza para realizar consultas, se verá su aplicación a diferentes aplicaciones de interés dentro de la Inteligencia Artificial.

## 4.2. Temario de la asignatura

### 1. Introducción

- 1.1. Razonamiento bajo incertidumbre
- 1.2. Independencia condicional
- 1.3. D-separación
- 1.4. Definición formal de red Bayesiana

### 2. Inferencia en redes Bayesianas

- 2.1. Tipos de razonamiento
- 2.2. Inferencia exacta
- 2.3. Inferencia aproximada

### 3. Aprendizaje a partir de datos

- 3.1. Introducción
- 3.2. Aprendizaje de la distribución de probabilidad conjunta
- 3.3. Clasificadores Bayesianos
- 3.4. Clasificación no supervisada

## 5. Cronograma

### 5.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<b>Clases teóricas del tema 1</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Clases teóricas del tema 1</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
2	<b>Clases teóricas del tema 2</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tutorías en grupo</b> Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas		<b>Clases teóricas del tema 2</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tutorías en grupo</b> Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas	
3	<b>Clases teóricas del tema 2 y estados del arte de temas 1 y 2</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tutorías en grupo</b> Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas		<b>Clases teóricas del tema 2 y estados del arte de temas 1 y 2</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tutorías en grupo</b> Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas	<b>Estados del arte (temas 1 y 2)</b> PI: Técnica del tipo Presentación Individual Evaluación continua Presencial Duración: 08:00
4	<b>Estados del arte de temas 1 y 2</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Estados del arte de temas 1 y 2</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
5	<b>Clases teóricas del tema 3</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tutorías en grupo</b> Duración: 03:00 OT: Otras actividades formativas		<b>Clases teóricas del tema 3</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tutorías en grupo</b> Duración: 03:00 OT: Otras actividades formativas	
6	<b>Clases teóricas del tema 3</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Clases teóricas del tema 3</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
7	<b>Clases teóricas del tema 3 y estados del arte de este tema</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tutorías en grupo</b> Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas		<b>Clases teóricas del tema 3 y estados del arte de este tema</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tutorías en grupo</b> Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas	<b>Estados del arte (tema 3)</b> PI: Técnica del tipo Presentación Individual Evaluación continua Presencial Duración: 08:00
8	<b>Estados del arte del tema 3</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Estados del arte del tema 3</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Prueba escrita con preguntas tipo test de la asignatura</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 00:30

9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				<p><b>Estados del arte (temas 1 y 2)</b>            PI: Técnica del tipo Presentación Individual            Evaluación sólo prueba final            Presencial            Duración: 00:45</p> <p><b>Estados del arte (tema 3)</b>            PI: Técnica del tipo Presentación Individual            Evaluación sólo prueba final            Presencial            Duración: 00:45</p> <p><b>Prueba escrita con preguntas tipo test de la asignatura</b>            EX: Técnica del tipo Examen Escrito            Evaluación sólo prueba final            Presencial            Duración: 00:30</p>

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

\* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso derivadas de la situación creada por la COVID-19.



## 6. Actividades y criterios de evaluación

### 6.1. Actividades de evaluación de la asignatura

#### 6.1.1. Evaluación continua

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
3	Estados del arte (temas 1 y 2)	PI: Técnica del tipo Presentación Individual	Presencial	08:00	25%	4 / 10	CB9 CB10 CG13 CGI2 CGI3 CGI4 CG12 CGI1
7	Estados del arte (tema 3)	PI: Técnica del tipo Presentación Individual	Presencial	08:00	25%	4 / 10	CG13 CB10 CB9 CGI2 CGI3 CGI4 CG12 CGI1
8	Prueba escrita con preguntas tipo test de la asignatura	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:30	50%	4 / 10	CB7 CGI2 CEIA4 CG12 CB10 CG13

#### 6.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Estados del arte (temas 1 y 2)	PI: Técnica del tipo Presentación Individual	Presencial	00:45	25%	4 / 10	CB10 CG13 CB9 CGI2 CGI3 CGI4 CG12 CGI1

17	Estados del arte (tema 3)	PI: Técnica del tipo Presentación Individual	Presencial	00:45	25%	4 / 10	CB9 CB10 CG13 CGI2 CGI3 CGI4 CG12 CGI1
17	Prueba escrita con preguntas tipo test de la asignatura	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:30	50%	4 / 10	CB7 CGI2 CEIA4 CG12 CB10 CG13

### 6.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

## 6.2. Criterios de evaluación

La calificación vendrá dada a partir de la evaluación de tres partes, listadas a continuación, donde para poder realizar la ponderación indicada en la tabla de evaluación sumativa es necesario que el alumno obtenga una nota mínima de 4 sobre 10 en cada parte.

- Un trabajo individual y su correspondiente exposición oral sobre el estado del arte en inferencia (temas 1 y 2) que propondrá el profesor. Se valorará la claridad de la exposición, la amplitud de la revisión del estado del arte, la redacción de la memoria correspondiente y la contestación a las preguntas de los profesores.
- Un trabajo individual y su correspondiente exposición oral sobre el estado del arte en aprendizaje (tema 3) que propondrá el profesor. Se valorará la claridad de la exposición, la amplitud de la revisión del estado del arte, la redacción de la memoria correspondiente y la contestación a las preguntas de los profesores.
- Un examen tipo test realizado en el aula al final del curso.

Durante el curso se detallarán las instrucciones para la realización y entrega del estado del arte.

Para la convocatoria extraordinaria de Julio, las evaluaciones serán análogas.

La situación sanitaria causada por la pandemia COVID-19 obliga a restringir el aforo de las aulas y por ello se ha decidido que la docencia de este semestre sea de presencialidad mixta. Se establecerán turnos de presencialidad dentro de los grupos, de forma que cada semana un turno asistirá a clase en el aula (columna "actividad en el aula" del cronograma), mientras el resto de los turnos se conectarán a la clase en remoto (columna "tele-enseñanza"). Y cada semana será un turno diferente el que acuda al aula. Si mejoraran las condiciones sanitarias y se pudieran impartir clases presenciales con normalidad, todos los alumnos acudirán a las aulas a recibir las clases indicadas en la columna "actividad en el aula". Si, por el contrario, empeoraran las condiciones sanitarias, todos los alumnos pasarían a conectarse a las clases en remoto de la columna "tele-enseñanza". En esta situación las pruebas de evaluación continua presenciales previstas se realizarían de forma online, sin necesidad de modificar esta guía.

Los derechos y deberes de los estudiantes universitarios están desarrollados en los Estatutos de la Universidad Politécnica de Madrid (BOCM de 15 de noviembre de 2010) y en el Estatuto del Estudiante Universitario (RD 1791/2010 de 30 de diciembre).

El artículo 124 (a) de los EUPM fija como deber del estudiante ..."seguir con responsabilidad y aprovechamiento el proceso de formación, adquisición de conocimientos, y aprendizaje correspondiente a su condición de universitario"... y el artículo 13 del Estatuto del Estudiante Universitario, en el punto (d) especifica también como deber del estudiante universitario "abstenerse de la utilización o cooperación en procedimientos fraudulentos en las pruebas de evaluación, en los trabajos que se realicen o en documentos oficiales de la universidad".

En el caso de que en el desarrollo de las pruebas de evaluación se aprecie el incumplimiento de los deberes como estudiante universitario, el coordinador de la asignatura podrá ponerlo en conocimiento del Director o Decano del Centro, que de acuerdo con lo establecido en el artículo 74 (n) de los Estatutos de la UPM tiene competencias para "Proponer la iniciación del procedimiento disciplinario a cualquier miembro de la Escuela o Facultad, por propia iniciativa o a instancia de la Comisión de Gobierno" al Rector, en los términos previstos en los estatutos y normas de aplicación.

## 7. Recursos didácticos

### 7.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Libro 1	Bibliografía	Castillo, E., Gutiérrez, J.M., Hadi, A.S. (1997) Expert Systems and Probabilistic Network Models. Springer, New York. Versión en español, disponible en la red: Sistemas Expertos y Modelos de Redes Probabilísticas, Academia de Ingeniería, Madrid
Libro 2	Bibliografía	Koller, D, Friedman, N. (2009) Probabilistic Graphical Models. Principles and Techniques. The MIT Press.
Libro 3	Bibliografía	Koski, T., Noble, J. (2009) Bayesian Networks: An Introduction, Wiley.
Libro 4	Bibliografía	Murphy, K.P. (2012) Machine Learning: A Probabilistic Perspective. The MIT Press.
Libro 5	Bibliografía	Neapolitan, R., (2004) Learning Bayesian Networks, Prentice Hall.
Libro 6	Bibliografía	Pourret, O., Naïm, P., Marcot, B. (2008) Bayesian Networks: A Practical Guide to Applications, Wiley.
Libro 7	Bibliografía	Sucar, E. (2015) Probabilistic Graphical Models. Principles and Applications. Springer.
Libro 8	Bibliografía	C. Bielza, P. Larrañaga (2020). Data-Driven Computational Neuroscience. Machine Learning and Statistical Models. Cambridge University Press

## 8. Otra información

---

### 8.1. Otra información sobre la asignatura

La asignatura se apoya en la herramienta Moodle para proporcionar información y documentación a los alumnos, así como para la asignación de enunciados y entregas de las prácticas y la comunicación de las calificaciones de los alumnos.

Se plantea docencia presencial por turnos, de forma que todas las semanas hay estudiantes en clase y también estudiantes en casa. Por ello en el cronograma aparecen duplicadas las actividades docentes en las dos columnas.

El alumno que tenga que realizar una presentación oral (cuando le toque) lo hará presencialmente en el aula. Para el test escrito todos los alumnos estarán presentes en el aula (o aulas).

La asignatura se imparte de forma concentrada en 8 semanas lectivas con 4 horas de clase semanales.

La asignatura se relaciona con el ODS4, ya que se enfoca hacia la apreciación de los límites del conocimiento actual y de la aplicación práctica de la tecnología más reciente, con pensamiento crítico, creativo, rigor científico, gestión del conocimiento y evaluación de la incertidumbre.