



POLITÉCNICA

INTERNATIONAL  
CAMPUS OF  
EXCELLENCE

COORDINATION PROCESS OF  
LEARNING ACTIVITIES  
PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros  
Informáticos

# ANX-PR/CL/001-01

## LEARNING GUIDE

**SUBJECT**

**103000359 - Bayesian Networks**

**DEGREE PROGRAMME**

10AJ - Master Universitario En Inteligencia Artificial

**ACADEMIC YEAR & SEMESTER**

2019/20 - Semester 1

## Index

---

### Learning guide

1. Description.....	1
2. Faculty.....	1
3. Skills and learning outcomes .....	2
4. Brief description of the subject and syllabus.....	3
5. Schedule.....	5
6. Activities and assessment criteria.....	7
7. Teaching resources.....	9

DRAFT VERSION

## 1. Description

---

### 1.1. Subject details

<b>Name of the subject</b>	103000359 - Bayesian Networks
<b>No of credits</b>	5 ECTS
<b>Type</b>	Optional
<b>Academic year of the programme</b>	First year
<b>Semester of tuition</b>	Semester 1
<b>Tuition period</b>	September-January
<b>Tuition languages</b>	English
<b>Degree programme</b>	10AJ - Master Universitario En Inteligencia Artificial
<b>Centre</b>	10 - Escuela Tecnica Superior de Ingenieros Informaticos
<b>Academic year</b>	2019-20

## 2. Faculty

---

### 2.1. Faculty members with subject teaching role

<b>Name and surname</b>	<b>Office/Room</b>	<b>Email</b>	<b>Tutoring hours *</b>
Maria Concepcion Bielza Lozoya (Subject coordinator)	2210	c.bielza@upm.es	Tu - 15:00 - 19:00 F - 15:00 - 17:00
Pedro Maria Larrañaga Mugica	2208	pedro.larranaga@upm.es	Tu - 15:00 - 19:00 W - 15:00 - 17:00

\* The tutoring schedule is indicative and subject to possible changes. Please check tutoring times with the faculty member in charge.

## 3. Skills and learning outcomes \*

---

### 3.1. Skills to be learned

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

CEIA10 - Identificación de áreas de aplicación en las que se pueda utilizar las técnicas y métodos de la Inteligencia Artificial.

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. Learning outcomes

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

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.

\* The Learning Guides should reflect the Skills and Learning Outcomes in the same way as indicated in the Degree Verification Memory. For this reason, they have not been translated into English and appear in Spanish.

## 4. Brief description of the subject and syllabus

---

### 4.1. Brief description of the subject

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 semodeliza 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. Syllabus

### 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

### 4. Aplicaciones

- 4.1. Tecnológicas
- 4.2. Biomedicina
- 4.3. Ciencias sociales

## 5. Schedule

### 5.1. Subject schedule\*

Week	Face-to-face classroom activities	Face-to-face laboratory activities	Other face-to-face activities	Assessment activities
1	Clases teóricas del tema 1 Duration: 02:00 Lecture			
2	Clases teóricas del tema 1 Duration: 02:00 Lecture			
3	Clases teóricas del tema 2 Duration: 02:00 Lecture			
4	Clases teóricas del tema 2 Duration: 02:00 Lecture		Tutorías en grupo Duration: 03:00 Additional activities	
5	Clases teóricas del tema 2 Duration: 02:00 Lecture			
6	Exposición oral individual Duration: 02:00 Additional activities			
7	Clases teóricas del tema 3 Duration: 02:00 Lecture			
8	Clases teóricas del tema 3 Duration: 02:00 Lecture			
9	Clases teóricas del tema 3 Duration: 02:00 Lecture		Tutorías en grupo Duration: 03:00 Additional activities	
10	Clases teóricas del tema 3 Duration: 02:00 Lecture			
11	Trabajo individual 1 y sesión de póster Duration: 02:00 Cooperative activities			Trabajo individual 1 y sesión de pósters Individual work Continuous assessment and final examination Duration: 03:00
12	Clases teóricas del tema 3 Duration: 02:00 Lecture		Tutorías en grupo Duration: 03:00 Additional activities	
13	Exposición oral del trabajo individual 2 (estado del arte o análisis de datos) Duration: 02:00 Additional activities			Realización de una exposición oral del trabajo individual 2 sobre el estado del arte en la temática de la asignatura o trabajo práctico sobre análisis -inferencia y aprendizaje- de una base de datos. Individual presentation Continuous assessment and final examination Duration: 03:00

14	<b>Clases teóricas del tema 4</b> Duration: 02:00 Lecture			
15			<b>Tutorías en grupo</b> Duration: 02:00 Additional activities	
16	<b>Prueba escrita</b> Duration: 02:00 Additional activities			<b>Prueba escrita con preguntas tipo test</b> Written test Continuous assessment and final examination Duration: 02:00
17				

The independent study hours are training activities during which students should spend time on individual study or individual assignments.

Depending on the programme study plan, total values will be calculated according to the ECTS credit unit as 26/27 hours of student face-to-face contact and independent study time.

\* The subject schedule is based on a previous theoretical planning of the subject plan and might go through experience some unexpected changes along throughout the academic year.



## 6. Activities and assessment criteria

### 6.1. Assessment activities

#### 6.1.1. Continuous assessment

Week	Description	Modality	Type	Duration	Weight	Minimum grade	Evaluated skills
11	Trabajo individual 1 y sesión de pósters	Individual work	Face-to-face	03:00	35%	4 / 10	CG18 CG13 CGI2 CEIA10 CGI3
13	Realización de una exposición oral del trabajo individual 2 sobre el estado del arte en la temática de la asignatura o trabajo práctico sobre análisis -inferencia y aprendizaje de una base de datos.	Individual presentation	Face-to-face	03:00	35%	4 / 10	CG12 CG13 CEIA4 CGI4 CEIA10 CGI3
16	Prueba escrita con preguntas tipo test	Written test	Face-to-face	02:00	30%	4 / 10	CG13

#### 6.1.2. Final examination

Week	Description	Modality	Type	Duration	Weight	Minimum grade	Evaluated skills
11	Trabajo individual 1 y sesión de pósters	Individual work	Face-to-face	03:00	35%	4 / 10	CG18 CG13 CGI2 CEIA10 CGI3
13	Realización de una exposición oral del trabajo individual 2 sobre el estado del arte en la temática de la asignatura o trabajo práctico sobre análisis -inferencia y aprendizaje de una base de datos.	Individual presentation	Face-to-face	03:00	35%	4 / 10	CG12 CG13 CEIA4 CGI4 CEIA10 CGI3
16	Prueba escrita con preguntas tipo test	Written test	Face-to-face	02:00	30%	4 / 10	CG13

#### 6.1.3. Referred (re-sit) examination

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

## 6.2. Assessment criteria

La calificación vendrá dada a partir de la evaluación de las 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 en cada parte. Las tres entregas son obligatorias y constan de:

- Un trabajo individual (trabajo 1) propuesto por el alumno o el profesor que permita profundizar en algún tema relacionado con los contenidos de la asignatura. Se valorará la capacidad de innovación y de aportación de nuevas propuestas de investigación. Se preparará un poster sobre el trabajo. El alumno ha de obtener una nota mínima de 4 sobre 10.
- Una exposición oral individual sobre el estado del arte (trabajo 2) en la temática de la asignatura (inferencia o aprendizaje). 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. Alternativamente, el alumno podrá efectuar un trabajo de manejo de software de redes bayesianas con aplicación a un conjunto de datos, llevando a cabo tareas de aprendizaje e inferencia. El alumno ha de obtener una nota mínima de 4 sobre 10.
- La contestación a una serie de preguntas formuladas por los profesores relacionadas con los contenidos de la asignatura (tipo test). El alumno ha de obtener una nota mínima de 4 sobre 10.

Para la convocatoria extraordinaria de Julio, las evaluaciones serán análogas (las tres entregas) y se exigirá presencialidad en el momento de realizarlas.

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. Teaching resources

### 7.1. Teaching resources for the subject

Name	Type	Notes
Libro 1	Bibliography	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	Bibliography	Koller, D, Friedman, N. (2009) Probabilistic Graphical Models. Principles and Techniques. The MIT Press.
Libro 3	Bibliography	Koski, T., Noble, J. (2009) Bayesian Networks: An Introduction, Wiley.
Libro 4	Bibliography	Murphy, K.P. (2012) Machine Learning: A Probabilistic Perspective. The MIT Press.
Libro 5	Bibliography	Neapolitan, R., (2004) Learning Bayesian Networks, Prentice Hall.
Libro 6	Bibliography	Pourret, O., Naïm, P., Marcot, B. (2008) Bayesian Networks: A Practical Guide to Applications, Wiley.
Página web de la asignatura	Web resource	Moodle de la asignatura
Libro 7	Bibliography	Sucar, E. (2015) Probabilistic Graphical Models. Principles and Applications. Springer.