

## **Máster en Ingeniería de Sistemas e Informática**

### **62637 - Modelos formales en bioinformática**

**Guía docente para el curso 2010 - 2011**

**Curso: 1, Semestre: 1, Créditos: 4.0**

---

## **Información básica**

---

### **Profesores**

- **Francisco Javier Campos Laclaustra** jcamps@unizar.es
- **Jorge Emilio Júlvez Bueno** julvez@unizar.es

### **Recomendaciones para cursar esta asignatura**

Esta asignatura puede ser cursada por todos los alumnos admitidos al máster.

Su sitio web es: <http://webdiis.unizar.es/asignaturas/SPN/>

### **Actividades y fechas clave de la asignatura**

La asistencia y participación en las clases (todo el cuatrimestre) y la presentación de un trabajo final de la asignatura (final de curso).

---

## **Inicio**

---

## **Resultados de aprendizaje que definen la asignatura**

**El estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes resultados...**

- 1:**  
Conoce los principios del modelado estocástico de sistemas concurrentes y su análisis cuantitativo.
- 2:**  
Es capaz de aplicar los modelos formales en el campo de la bioinformática, en problemas como la evolución de poblaciones, el análisis de redes bioquímicas o el alineamiento de secuencias.
- 3:**  
Entiende la importancia del análisis cuantitativo de los modelos de sistemas biológicos y conoce y sabe usar las herramientas software existentes en ese ámbito.

# **Introducción**

## **Breve presentación de la asignatura**

La asignatura consta de 4 créditos ECTS o 100 horas de trabajo del alumno. El Máster en Ingeniería de Sistemas e Informática tiene un bloque de asignaturas que forma al alumno en ingeniería de sistemas de eventos discretos. Dentro de ese bloque, esta asignatura se centra en aspectos de análisis cuantitativo de propiedades temporales con modelos estocásticos. Como dominio de aplicación se elige el de la bioinformática. Así, los modelos estocásticos introducidos se aplicarán al estudio de problemas de dinámica de poblaciones, redes bioquímicas o alineamiento de secuencias en bioinformática.

Su sitio web es: <http://webdiis.unizar.es/asignaturas/SPN/>

---

## **Contexto y competencias**

---

## **Sentido, contexto, relevancia y objetivos generales de la asignatura**

### **La asignatura y sus resultados previstos responden a los siguientes planteamientos y objetivos:**

El objetivo fundamental de la asignatura es que el alumno conozca, comprenda, asimile y sea capaz de aplicar técnicas de modelado cuantitativo estocástico de sistemas concurrentes, en particular dentro del dominio de los sistemas biológicos.

### **Contexto y sentido de la asignatura en la titulación**

Para ello se pondrá en contexto la materia haciendo un repaso de las diferentes herramientas formales que son útiles para modelar tales sistemas: procesos de nacimiento y muerte, procesos markovianos, modelos ocultos de Markov y redes de Petri estocásticas. Cada una de esas herramientas de modelado se aplicará a uno o varios problemas concretos dentro del dominio considerado (evolución de poblaciones, análisis de redes bioquímicas, alineamiento de secuencias, etc.).

### **Al superar la asignatura, el estudiante será más competente para...**

- 1:** Diseñar modelos estocásticos de sistemas de eventos discretos con interpretación cuantitativa del tiempo.
- 2:** Analizar propiedades cuantitativas de sistemas concurrentes y distribuidos.
- 3:** Modelar y analizar diferentes sistemas bioinformáticos.

### **Importancia de los resultados de aprendizaje que se obtienen en la asignatura:**

El modelado y análisis de aspectos cuantitativos de tiempo en sistemas de eventos discretos es una parte fundamental en la aplicación en cualquier dominio. Específicamente en el ámbito de la bioinformática, los modelos estocásticos son ya una herramienta madura para el estudio de problemas relacionados con la dinámica de poblaciones, el análisis de redes bioquímicas o el alineamiento de secuencias de ADN, ARN o estructuras primarias proteicas.

---

## **Evaluación**

---

## **Actividades de evaluación**

**El estudiante deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos mediante las siguientes actividades de evaluación**

**1:**

Lectura y exposición oral de uno o más artículos que definan el estado del arte en alguno de los temas involucrados en la materia. Los artículos, que serán seleccionados por los profesores, versarán sobre modelos formales de sistemas biológicos. Cada exposición oral tendrá una duración de unos 30 minutos a la que asistirá el resto de alumnos y el profesor involucrado en el tema, que será quien la evalúe. Estas exposiciones quedan fuera del horario establecido para clases magistrales. Con esta actividad se pretende evaluar los Resultados de Aprendizaje número uno y dos. Tiempo total de dedicación: 40 horas.

**2:**

Realización en laboratorio de dos prácticas guiadas por alguno de los profesores. En ellas se aprenderá a utilizar diversas herramientas computacionales de las explicadas en clase: modelado y análisis de sistemas biológicos con procesos markovianos y con redes de Petri estocásticas. Con esta actividad se pretende evaluar el Resultado de Aprendizaje número tres. Tiempo total de dedicación: 20 horas.

**3:**

La asistencia continuada a clase y la realización de la actividad 1 suponen un ochenta por ciento de la calificación final. La realización de la actividad 2 (prácticas de laboratorio) suponen el resto de la calificación.

Los estudiantes que no mantengan una asistencia continuada podrán aprobar la asignatura si realizan un trabajo extra de 30 horas de dedicación. Este trabajo deberá "obligarles" a adquirir una parte significativa de los conocimientos que deberían haber adquirido con su asistencia a clase.

---

## **Actividades y recursos**

### **Presentación metodológica general**

**El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:**

1. La presentación de los contenidos de la asignatura en clases magistrales por parte de los profesores.
2. El estudio personal de la asignatura por parte de los alumnos y la presentación de los resultados en clases o seminarios.
3. El desarrollo de prácticas por parte de los alumnos, guiadas por los profesores, que desarrollan los conocimientos teóricos.

### **Actividades de aprendizaje programadas (Se incluye programa)**

**El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende las siguientes actividades...**

**1:**

Introducción a modelado biológico, ¿por qué modelado estocástico? Reacciones químicas, modelado de redes genéticas y bioquímicas.

**2:**

DTMC, CTMC y aplicaciones para modelado de cinética química y bioquímica.

**3:**

Procesos de nacimiento y muerte y sus aplicaciones: modelos de evolución de poblaciones, aplicaciones biológicas.

**4:**

Simulación de procesos estocásticos aplicada a sistemas biológicos.

- 5:** Teoremas límite de procesos estocásticos, aplicaciones al análisis de reacciones bioquímicas y dinámica de poblaciones.
- 6:** Modelos ocultos de Markov y sus aplicaciones para alineamiento de pares de secuencias y alineamiento múltiple.
- 7:** Redes de Petri estocásticas y su aplicación para la representación de redes bioquímicas.

## Planificación y calendario

### Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

Las clases tendrán lugar los jueves de 16:00 a 18:00 (según el calendario del Máster ya publicado) durante un cuatrimestre. Además habrá una presentación de unos 30 minutos por parte de cada estudiante al terminar el curso.

## Bibliografía

### Documentos de referencia

#### Libros

- 1:** Jain, R.: *The Art of Computer Systems Performance Analysis*. Wiley, 1991
- 2:** Kant, K.: *Introduction to Computer Systems Performance Evaluation*. McGraw-Hill, 1992.
- 3:** Balbo, G.; Conte, G.; Ajmone Marsan, M.; Donatelli, S.; Franceschinis, G.: *Modelling with Generalized Stochastic Petri Nets*. John Wiley, 1995.
- 4:** Balbo, G. and Silva, M. (ed.): *Performance Models for Discrete Event Systems with Synchronizations: Formalisms and Analysis Techniques*, Editorial KRONOS, Zaragoza, Spain, September 1998.
- 5:** Darren J. Wilkinson: *Stochastic Modelling for Systems Biology*, Chapman & Hall/CRC, 2006.
- 6:** Linda J.S. Allen: *An Introduction to Stochastic Processes with Applications to Biology*, Prentice Hall, 2003.
- 7:** Artículos de investigación del GISED sobre el tema del curso (<http://webdiis.unizar.es/GISED/>)

### Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada