



## PROGRAMA CICLO BASICO - MMSACH

### 1. Nombre del curso

MODELIZACIÓN MATEMÁTICA DE SISTEMAS AMBIENTALES Y CUENCAS HIDROGRÁFICAS

### 2. Fundamentación de la Propuesta

Este curso tiene como finalidad introducir al estudiante una visión sistémica de la cuenca hidrográfica a través del repaso y profundización de diferentes temas afines con la modelización matemática aplicada a la simulación y su relación con la estadística; visión que se relaciona con la formulación del trabajo de tesis. Se busca que el alumno, a partir de una situación problemática, puede traducirla a variables vinculadas a través de un esquema teórico, realizar una estrategia de búsqueda de datos, analizarlos estadísticamente y aportar soluciones a la cuestión. Se trabaja con distintos programas de computación de modo que los estudiantes dispongan de opciones para elegir.

### 3. Objetivos

Profundizar en el conocimiento de las herramientas básicas de modelización y lograr capacidad crítica de las distintas herramientas para ser aplicada en problemas relacionados con el manejo de cuencas, a través de:

- Comprender que la cuenca es un sistema complejo socio- económico- natural.
- La aplicación del método científico mediante la modelización
- La utilización de programas de simulación y de estadística
- La aplicación de la inferencia estadística mediante programas específicos.
- Desarrollar un primer esbozo de proyecto de tesis

### 4. Contenidos

#### a) Programa Analítico

I- Introducción: Modelos: naturaleza, modelos de los sistemas, sus debilidades y fortalezas. Modelos matemáticos y estadísticos. Complejidad y ajuste. Complejidad y costo. Complejidad y practicidad. Importancia de la compatibilidad de los modelos. Uso de los modelos. Elaboración de modelos matemáticos. Los procedimientos de la modelización aplicada a la formulación del proyecto de tesis.

II- Introducción a la Dinámica de sistemas: Definiciones, diagramas, modelos de simulación: el proceso de simulación: análisis del sistema, modelado, el entorno de simulación. Pensamiento sistémico. Modelación con metodología Forrester. Utilización de programas específicos.

III- El territorio como sistema dinámico, Interpretación de la dinámica territorial desde un enfoque sistémico. Enfoque territorial, Desarrollo territorial rural, Desarrollo endógeno. Análisis territorial.

IV- Conceptos generales del uso de la estadística para la contrastación de hipótesis en ciencias. Recolección de datos: Datos primarios y secundarios. Experimentos y muestreo; población y muestra. Tipos de variables. Estudios experimentales y comparativos. Relaciones entre el proceso hipotético deductivo y los modelos.

V- Estadística descriptiva e inferencial: Probabilidad y variables aleatorias, distribución de probabilidad. Inferencia estadística. Errores tipo I y II. Pruebas de hipótesis de dos muestras, análisis de la varianza, análisis de frecuencias, métodos bivariados. Alternativas no paramétricas y paramétricas para cada caso. Uso del programa R.

VI- Regresiones: Principios y Supuestos de los Mínimos cuadrados ordinarios. Violación de estos y sus correcciones. Selección de un modelo de regresión. Regresión lineal y no lineal. Aplicaciones.

#### **b) Descripción de las actividades prácticas desarrolladas en la actividad curricular, modalidad de supervisión y modalidades de evaluación**

En cada clase se realiza un repaso teórico del tema, posteriormente se presenta una situación problema a través de consignas, lecturas de trabajos de investigación o problemas didácticos, que luego de resuelto los conceptos teóricos y metodológicos se llevan a programas para encontrar una solución numéricas. A modo de ejemplo, la práctica con el programa R se realiza a partir de rutinas auto reproducibles, de manera que los estudiantes puedan repetir los análisis por su cuenta. Los docentes supervisan y explican en forma personal las características de los programas y la forma básica de utilizarlos. Se discute en forma grupal los resultados obtenidos.

#### **c) Bibliografía actualizada**

Campos, & García, 2005. Fundamentos de la dinámica de sistemas y Modelos de dinámica de sistemas en epidemiología

Crawley M 2007. *The R book*. Chichester: Wiley. 942 pp.

Hammer, Harper & Ryan, 2001. Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4(1),9-18

- Haraldsson, 2008. Introduction to Systems and Causal Loop Diagrams. Chemical Engineering II
- Haraldsson, 2004. Introduction to system thinking and causal loop diagrams Department of Chemical Engineering, Lund University
- Jacovkis 2005. Computadoras, modelización matemática y ciencia experimental. Revista CTS, 5 vol. 2. 51-63
- Legendre, & Legendre, 2012. *Numerical ecology. Developments in environmental modelling* (3rd ed., Vol. 24)
- Pardos 2010. *Los ecosistemas forestales y el secuestro de carbono ante el calentamiento global* (Vol. 20). INIA
- Pérez González & Jiménez. 2012. Dinámica territorial y economía social: una reflexión con especial referencia a Andalucía ante los cambios sociales. Revista De Estudios Empresariales. Segunda Época 1
- R Core Team. 2017. R: A Language and Environment for Statistical Computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing
- Rojas. 2015. Tipos de Investigación científica: Una simplificación de la complicada incoherente nomenclatura y clasificación. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, 16(1)1-14
- Rykiel. 1996. Testing ecological models: the meaning of validation. *Ecological Modelling* 90:229-244
- Urzelai, Alberdi, García, Coloma, Herranz, Abajo& Aspuru. 2013. Modelización de un sistema territorial “urbano-rural” para la evaluación de su sostenibilidad. Aplicación a una zona represente. Catedra Unesco de Sostenibilidad. Univ. Politècnica de Catalunya
- Wackerly, D., Mendenhall, W., & Scheaffer, R. 2008. *Mathematical Statistics with Applications*. Belmont, USA: Thomson Learning
- Zar, 2010. *Biostatistical analysis* (5th ed.). New Jersey: Pearson Prentice Hall.

## 5. Metodología

La actividad del curso es presencial, que se dictará en las aulas del Edificio de Bosques y/o en el Edificio Central de la FCAF, con una duración de 45 hs. También se puede complementar con actividad de lectura y trabajo domiciliario y/o virtual. Es importante mencionar que el curso tiene a disposición del alumnado, el acceso a la plataforma del Aula Virtual del curso, cuyo entorno propio de internet se basa de una plataforma Moodle, y con apoyo informático de la Dirección de Informática, que permite acceder a toda la documentación digital teórica y práctica y la conformación de encuentros virtuales, si así se requiere por el alumnado.

## 6. Evaluación, requisitos de aprobación y promoción

La evaluación consta de 2 partes. En la primera se le asignan tareas prácticas domiciliarias que se resuelven en forma individual. Dichas tareas son subidas por los alumnos al “Aula Virtual” de la FCAyF UNLP (entorno virtual de aprendizaje realizado en Moodle).

Para determinados temas estudiados se le entregará trabajos científico- tecnológicos donde se apliquen al sistema agro-alimentario. Estos deberán ser expuestos al resto del alumnado, a través de una presentación de entre 10 y 20 minutos.

Para la evaluación se proponen dos instancias. la primera: evaluación continua, realizada a lo largo del curso basada en la corrección de las distintas tareas subidas al aula virtual complementada con algunos controles de lectura. La segunda está constituida por un examen integrador al final del curso, que se realiza en el aula virtual.

La nota final surge en un 60% de la evaluación continua y el 40% proviene del examen final integrador.