

Curso de Posgrado

Ecología matemática: principios y aplicaciones

Profesor a cargo:

Dr. Fernando Momo

Instituto de Ciencias, Universidad Nacional de General Sarmiento

PRESENTACIÓN

El curso cubre un área de vacancia en la ciencia argentina, ya que los temas de ecología matemática, sobre todo en aspectos aplicados, tienen cada vez más demanda tanto en investigación como en el campo de la decisión y el diseño de políticas de manejo de ambientes naturales y el control de las enfermedades.

La formación de postgrado en el área de las Ciencias Biológicas y disciplinas afines se beneficia con el aprendizaje del manejo básico de los modelos matemáticos aplicados a la ecología tanto para la investigación básica como para el manejo y la transferencia.

El curso está planteado para brindar tanto herramientas teóricas básicas como un panorama general de aplicaciones a casos concretos.

Se trata de un curso Teórico-Práctico que involucra clases teóricas acerca de cada unidad, ejercitación, discusión de publicaciones y formulación de modelos a partir de problemas propuestos por los participantes.

OBJETIVOS

(1) Brindar a los estudiantes una formación en las herramientas básicas de modelización matemática de procesos ecológicos.

(2) Enseñarles las diferentes maneras de formular, analizar y ajustar los modelos matemáticos en ecología.

(3) Explorar aspectos de aplicación a problemáticas ambientales y ecológicas diversas (conservación, producción, desarrollo sostenible, epidemiología, cambio climático).

CARACTERÍSTICAS DEL CURSO

El curso está dirigido a biólogos, agrónomos, matemáticos, físicos u otros profesionales de las ciencias naturales interesados en la aplicación de modelos matemáticos a la ecología. Se requieren conocimientos básicos de análisis matemático y álgebra (equivalentes a los de grado de la mayoría de las carreras mencionadas), lectura en inglés y se recomienda a quien pueda traer computadora personal. El cupo es de 30 estudiantes.

El curso se dictará con una carga horaria total de 40 hs presenciales. En las cuatro horas de la mañana se dictarán las clases teóricas, por la tarde se realizarán las prácticas y la discusión de trabajos.

Para aprobar el curso los estudiantes deberán asistir al menos al 80% de las clases y aprobar un examen final escrito individual que consistirá en la formulación de un proyecto que incluya un modelo matemático con tema a elección del estudiante.

CONTENIDOS

Unidad I

Modelos de crecimiento poblacional. Equilibrio y estabilidad en modelos continuos y discretos. Análisis de sensibilidad. Ajuste de parámetros. Fluctuaciones y caos. Aplicaciones de modelos matemáticos continuos. Métodos de análisis. Estudio de caso: competencia entre algas y riesgo de marea roja. *Práctica: propuesta de modelos y aproximación numérica de los mismos: ¿cómo y por qué se producen las floraciones de algas tóxicas?*

Unidad II

Interacciones entre poblaciones. Formulación y análisis de los modelos. Depredación, competencia, mutualismo, interacciones indirectas. Variaciones sobre los modelos continuos. Sistemas presa-depredador con ambientes variables. Efecto Allee y sus consecuencias. Interacciones variables. Estudio de caso: competencia y depredación en poblaciones de crustáceos de agua dulce. *Práctica: determinación de umbrales en modelos con interacciones variables.*

Unidad III

Modelos para poblaciones con estructura espacial y/o etaria. Los modelos matriciales. Análisis básico de modelos matriciales. Sensibilidad y elasticidad. Proyección de matrices. Cálculo de estructura estable de edades y de valor reproductivo. ¿Cómo formulamos modelos con estadíos? Estudio de caso: poblaciones de lombrices de tierra y efectos subletales de agentes externos. *Práctica: desarrollo de modelos para las poblaciones bajo estudio. ¿Cómo integrar los datos de campo a los modelos?*

Unidad IV

Modelos bioeconómicos. Modelos simples de poblaciones en explotación. Modelos de explotación de comunidades y ecosistemas. Teoría de catástrofes y modelos bioeconómicos. Equilibrio bionómico y equilibrio bioeconómico. Estudio de caso: el sobrepastoreo como modelo bioeconómico. *Práctica: estudio de sistemas que presentan equilibrios múltiples e histéresis.*

Unidad V

Algunas aplicaciones más. Modelos matemáticos para contaminación ambiental. Efectos biológicos de la contaminación. Persistencia de contaminantes. Medidas de mitigación y remediación. Modelos epidemiológicos. Teoría de las epidemias. Número reproductivo. Equilibrios endémicos, epidemias, brotes, control. Estrategias de vacunación. Manejo de enfermedades sin vacuna. *Práctica: planteo de modelos para casos ejemplo.*

BIBLIOGRAFÍA

- Caswell, H. 1989. Matrix Population Models. Sinauer Associated.
- DeAngelis, D. L. & L. J. Gross (Eds.) 1992. Individual-Based Models and Approaches in Ecology. Populations, Communities and Ecosystems. Chapman & Hall.
- Esteva, L. y Falconi, M. (comp.) 2002. Biología Matemática. Un enfoque desde los sistemas dinámicos. UNAM.
- Flos, J. 1984. Ecología. Entre la Magia y el Tópico. Omega.
- Gillman, M. and R. Hails. 1997. An introduction to ecological modelling: Putting practice into theory. Blackwell Science.
- González Guzmán, J. 1999. Ecología Matemática. Tomo I. Modelos de tiempo discreto de poblaciones sin estructura. Editorial de la Facultad de Ciencias Básicas y Matemáticas de la Universidad Católica de Valparaíso.

- González Guzmán, J. 2001. *Ecología Matemática. Tomo II. Modelos de tiempo discreto con estructura etaria, genética y espacial*. Editorial de la Facultad de Ciencias Básicas y Matemáticas de la Universidad Católica de Valparaíso.
- González Manteiga, M. T. 2003. *Modelos matemáticos discretos en las ciencias de la naturaleza. Teoría y problemas*. Editorial Díaz de Santos.
- Hall, C. (ed.) 1995. *Maximum power: the ideas and applications of H. T. Odum*. University Press of Colorado.
- Hallam, T. G. & S. A. Levin (Eds.) 1986. *Mathematical Ecology. An Introduction*. Springer-Verlag.
- Hastings, A. 1996. *Population Biology. Concepts and Models*. Springer.
- Hutchinson, G. E. 1981. *Introducción a la Ecología de Poblaciones Animales*. Blume.
- Levin, S. A.; T. G. Hallam & L. J. Gross (eds.) 1988. *Applied Mathematical Ecology*. Springer-Verlag.
- Mac Arthur, R. y E. Wilson. 1967. *The Theory of Island Biogeography*. Princeton University Press.
- Magurran, A. E. 1989. *Diversidad ecológica y su medición*. Ediciones Veda.
- Margalef, R. 1981. *Ecología*. Omega.
- Margalef, R. 1981. *La Biosfera. Entre la Termodinámica y el Juego*. Omega.
- Momo, F. y A. Capurro. 2006. *Ecología Matemática. Principios y Aplicaciones*. Ediciones Cooperativas.
- Newman, E. 1993. *Applied Ecology*. Blackwell Science.
- Platt, T.; K. H. Mann & R. E. Ulanowicz (Eds.) 1981. *Mathematical Models in Biological Oceanography*. UNESCO Press.
- Sánchez Garduño, F. Miramontes, P. y Gutiérrez Sánchez, J. L. (Coord.). 2002. *Clásicos de la biología matemática*. Siglo Veintiuno Editores.
- Valderrama Bonnet, M. 1995. *Modelos matemáticos en las ciencias experimentales*. Ediciones Pirámide.
- Yodzis, P. 1989. *Introduction to Theoretical Ecology*. Harper & Row.