



Universidad Nacional de Córdoba
FACULTAD DE MATEMÁTICA ASTRONOMÍA Y FÍSICA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
Facultad de Matemática, Astronomía y Física

PROGRAMA DE CURSO DE POSGRADO

TÍTULO: Biología Matemática I	
AÑO: 2012	CUATRIMESTRE: Primero
CARGA HORARIA: 120 horas	No. DE CRÉDITOS: 3 (en FaMAF)
LUGAR DE DICTADO: FaMAF	
CARRERA/S: Física, Matemática, Neurociencias	
DOCENTES ENCARGADOS: Carlos Condat / Gustavo Sibona	

PROGRAMA

El curso estará orientado a desarrollar en los estudiantes una capacidad efectiva para investigar en temas de considerable interés actual en biofísica, ecología y matemática biológica. Las herramientas matemáticas y conceptuales a presentarse serán de utilidad para que el estudiante aprenda a desarrollar modelos y a trabajar con los mismos. En particular, ofrecería una robusta base teórica para el análisis de problemas de interés neurocientífico y biológico/ecológico en general.

Programa

1. Dinámica de Poblaciones I (una especie). Introducción. Ecuaciones de diferencias de primer orden. Su análisis y linealización. Modelos de tiempo discreto de primer orden, lineales y no lineales; dinámica de las poblaciones de insectos. Ecuación de Hassell. Modelos basados en ecuaciones diferenciales. Ecuación logística. Su linealización. Linealización de sistemas de dos ecuaciones diferenciales ordinarias. Estados de equilibrio. Criterio de Routh-Hurwitz. Aspectos evolucionarios.



Dinámica de las cosechas y la pesca. Metapoblaciones. Efectos de retardo. Modelos con atraso en fisiología: enfermedades con dinámica periódica. Los conejos de Fibonacci. Poblaciones estructuradas por edad en la descripción de tiempo discreto. Matrices de Leslie. Ecuación de renovación de Euler. Enfoque de McKendrick.

2. **Dinámica de Poblaciones II (especies interactuantes).**

Interacción anfitrión - parasitoide. Sistemas de ecuaciones de diferencias no lineales. Estados de equilibrio. Condiciones de Jury. Las ecuaciones de Lotka-Volterra para el predador y la presa. Modelado de la respuesta funcional del predador. Modelo de Rozenzweig-MacArthur. Forma de Kolmogorov. Competición - el principio de exclusión competitiva. Plano de fase. Teorema de Poincaré-Bendixon. Modelado de ecosistemas. Metapoblaciones interactuantes. Coexistencia de competidores mediada por el predador. Implicaciones ecológicas - Efecto de la destrucción del hábitat.

3. **Dinámica de las Enfermedades Infecciosas.** Introducción. Modelos epidémicos simples y aplicaciones prácticas. Cociente reproductivo básico. Modelado de enfermedades venéreas. Epidemia tipo SIR. Endemia tipo SIR. Erradicación y control - vacunación contra una epidemia tipo SIR. Poblaciones estructuradas por edades. Estados estacionarios. Enfermedades transmitidas por vectores. Modelo básico de las enfermedades macroparasitarias. Aspectos evolucionarios.

4. **Difusión en biología.** Teorías macro y microscópicas. Teoría macroscópica del movimiento. Conceptos de campo y operadores diferenciales vectoriales. Movimiento dirigido o taxis. Ecuaciones de estado estacionario y tiempos de tránsito. Ecuación de difusión y ejemplos. Distribución vertical del plancton. Búsqueda de bacterias por macrófagos. Ecuación de Fisher-Kolmogorov. Difusión con fuentes. Invasiones biológicas. Ejemplos. Solución de onda viajera a las ecuaciones de reacción-difusión. Modelo de Skellam. Propagación espacial de las epidemias. Dependencia con la capacidad de carga local.

5. **Formación de Patrones Espaciales.** Introducción. Rol de los patrones en biología. Mecanismos de reacción-difusión. Inestabilidad de Turing. Bifurcaciones de Turing. Sistemas activador-inhibidor. Condiciones para la inestabilidad de Turing. Activación de corto alcance e inhibición de largo alcance. Discusión crítica. Bifurcaciones. Efectos del tamaño de dominio sobre las bifurcaciones. Incorporación del movimiento biológico.

6. **Modelado del Cáncer.** Introducción. Las etapas del cáncer. Modelos fenomenológicos: logístico, de von Bertalanffy, de Gompertz. Justificación de la ecuación macroscópica. Nutrientes: crecimiento limitado por difusión. Problemas de contorno móvil. Promotores e inhibidores del crecimiento. Vascularización.



Nota: se dictarán dos clases teóricas semanales de dos horas cada una, seguidas de clases prácticas que incluirán ejercicios, problemas y el uso de modelos simulacionales.

BIBLIOGRAFÍA

1. N.F. Britton, "Essential Mathematical Biology" (Springer, Londres, 2003).
2. J.D. Murray, "Mathematical Biology", tercera edición, tomos I y II (Springer, Nueva York, 2002) .
3. H.C. Berg, "Random Walks in Biology" (Princeton U. Press, Princeton, 1993).
4. D. Wodarz y N.L. Komarova, "Computacional Biology of Cancer" (World Scientific, Singapur, 2005).
5. P. Turchin, "Complex Population Dynamics: A Theoretical/Empirical Synthesis" (Princeton U. Press, Princeton, 2003).
6. Se usarán, además, artículos aparecidos recientemente en revistas científicas.

MODALIDAD DE LA EVALUACIÓN

Dos exámenes parciales
Un trabajo práctico de modelado computacional
Un examen final

Los exámenes tendrán un contenido diferente para aquellos estudiantes que no tengan conocimientos previos sólidos de matemática.