

EXP-UNC 0058325/2019

Anexo de la RCD FAMAFA 413/2019, página 3 de 33

TÍTULO: Biología matemática			
AÑO: 2020	CUATRIMESTRE: 1°	N° DE CRÉDITOS: 3	VIGENCIA: 3 años
CARGA HORARIA: 60 horas de teoría, 60 horas de práctica			
CARRERA/S: Doctorado en Matemática, Doctorado en Física, Doctorado en Ciencias de la Computación			

FUNDAMENTOS
<p>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.</p> <p>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, otorgaría al estudiante una robusta base teórica para el análisis de problemas de interés neurocientífico y biológico/ecológico en general.</p>

OBJETIVOS
<p>Al finalizar el curso, los estudiantes estarán en condiciones de entender buena parte de la bibliografía biomatemática actual, de realizar cálculos sobre problemas de dinámica de poblaciones, dinámica de epidemias y fenómenos de crecimiento, entre otros, y de participar activamente en reuniones científicas sobre temáticas afines a las presentadas en el curso.</p>

PROGRAMA
<p>Unidad 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.</p> <p>Unidad 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.</p>

Unidad 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.

Unidad 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 plankton. 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.

Unidad 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.

Unidad 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.

PRÁCTICAS

Cada unidad tendrá asociada una guía de problemas que serán discutidas en las horas de práctico. Adicionalmente se deberá resolver numéricamente algún modelo relacionado con la temática del curso. Este trabajo computacional será también evaluado.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

N.F. Britton, “Essential Mathematical Biology” (Springer, Londres, 2003).

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

J.D. Murray, “Mathematical Biology”, 3ra edición, tomos I y II (Springer, Nueva York, 2002) .

H.C. Berg, “Random Walks in Biology” (Princeton U. Press, Princeton, 1993).

D. Wodarz y N.L. Komarova, “Computational Biology of Cancer” (World Scientific, Singapur,

EXP-UNC 0058325/2019

Anexo de la RCD FAMAF 413/2019, página 5 de 33

2005).
P. Turchin, “Complex Population Dynamics: A Theoretical/Empirical Synthesis” (Princeton U. Press, Princeton, 2003).
L. Edelshtein-Keshet, “Mathematical Models in Biology” (SIAM, New York 2005).
Se usarán, además, artículos aparecidos recientemente en revistas científicas.

MODALIDAD DE EVALUACIÓN

CONDICIONES PARA OBTENER LA REGULARIDAD

EXÁMENES PARCIALES

Aprobación de los dos exámenes parciales. Habrá una instancia de recuperación.

TRABAJOS PRÁCTICOS

Entrega y aprobación del trabajo práctico especial en las fecha establecida.

CONDICIONES PARA LA APROBACIÓN

Aprobación del examen final. El examen será escrito en todos los casos y, cuando se lo juzgue necesario, habrá una instancia oral.

REQUERIMIENTOS PARA EL CURSADO

Conocimientos relativamente avanzados de análisis matemático (solución de ecuaciones diferenciales) y básicos de programación (solución de ecuaciones de diferencias).