



Resolución de Consejo Directivo 50 / 2025 - EXA -UNSa

Exp Nro 337/2024-EXA-UNSa.: Autoriza el dictado del Curso de Posgrado "Dinámica de poblaciones....", bajo la dirección del Dr. Juan Pablo Aparicio.

De: EXACTAS-Dirección de Posgrado



Salta,
18/02/2025

VISTO la presentación efectuada por el Dr. Juan Pablo APARICIO, por la cual propone el dictado del Curso de Posgrado "*Dinámica de Poblaciones: Teoría, aplicaciones y simulación numérica*", en el marco de la Maestría en Matemática Aplicada de esta Unidad Académica, y

CONSIDERANDO:

Que la Comisión de Docencia e Investigación, teniendo en cuenta el visto bueno del Departamento de Matemática, del Comité Académico de Maestría en Matemática Aplicada y de la Comisión de Posgrado, desde el punto de vista académico, aconseja autorizar el dictado del curso propuesto por el Dr. Juan Pablo APARICIO.

Que la Comisión de Hacienda, en despacho del 25/11/2024, aconseja aceptar los aranceles y erogación propuestas por el Dr. APARICIO.

Que el curso en cuestión se encuadra en la Res. R-0640/2021 y CS-155/2021 (Reglamento de Cursos de Posgrado Presenciales o a Distancia de la Universidad), en la RESCD-EXA N° 481/2012 (Normativa para el dictado de Cursos de Posgrado de la Facultad) y en la RESCD-EXA N° 017/2016.

Por ello y en uso de las atribuciones que le son propias.

EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS
(en sesiones ordinarias del 16/10/2024 y del 4/12/2024)
RESUELVE


ARTÍCULO 1°: Autorizar el dictado del Curso de Posgrado "*Dinámica de Poblaciones: Teoría, aplicaciones y simulación numérica*", bajo la dirección del Dr. Juan Pablo APARICIO, con las características y requisitos que se explicita en el Anexo de la presente resolución.

ARTICULO 2°: Disponer que, una vez finalizado el dictado del curso, el director responsable elevará el listado de los participantes promovidos para la confección de los certificados respectivos, los que serán emitidos por esta Unidad Académica de acuerdo a lo establecido en la reglamentación vigente.

ARTICULO 3°: Dejar aclarado que la presente resolución no acredita la concreción del curso; para ello el director responsable del mismo deberá elevar el informe final de realización correspondiente, con los detalles que el caso amerite, dentro de los 8 (ocho) meses desde la finalización del dictado. En caso de que el curso no se pudiera dictar, el docente responsable deberá informar tal situación, dentro de los 30 (treinta) días de la fecha prevista para su inicio.

ARTÍCULO 4°: Hágase saber al Dr. Juan Pablo APARICIO, al Dr. Gonzalo Maximiliano LÓPEZ, al Comité Académico de Maestría en Matemática Aplicada, al Departamento de Matemática, a la Comisión de Posgrado, a la Dirección General Administrativa Económica y a la Dirección Administrativa de Posgrado. Cumplido, resérvese.

mxs


Dr. JOSÉ R. MOLINA
SECRETARIO ACADÉMICO Y DE INVESTIGACIÓN
FACULTAD DE CS. EXACTAS-UNSa.




Mag. GUSTAVO DANIEL GIL
DECANO
FACULTAD DE CS. EXACTAS - UNSa



Resolución de Consejo Directivo **50 / 2025 - EXA -UNSa**
Exp Nro 337/2024-EXA-UNSa.: Autoriza el dictado del Curso de Posgrado
"Dinámica de poblaciones....", bajo la dirección del Dr. Juan Pablo Aparicio.
De: EXACTAS-Dirección de Posgrado



Salta,
18/02/2025

ANEXO de la Res. CD- 50/2025 -EXA-UNSa. - Exp. 337/2024-EXA-UNSa.

Curso de Posgrado: "Dinámica de Poblaciones: Teoría, aplicaciones y simulación numérica"

Director Responsable: Dr. Juan Pablo APARICIO

Cuerpo Docente: Dr. Juan Pablo APARICIO y Dr. Gonzalo Maximiliano LOPEZ

Objetivos:

- Comprender los fundamentos teóricos y prácticos de la modelización matemática en epidemiología.
- Aplicar métodos numéricos y analíticos para resolver ecuaciones diferenciales ordinarias en el contexto de la dinámica de poblaciones.
- Analizar y evaluar modelos epidemiológicos básicos y complejos para comprender la propagación y control de enfermedades.
- Explorar la influencia de factores demográficos, comportamentales y ambientales en la dinámica de enfermedades.
- Investigar estrategias de intervención y control basadas en modelos matemáticos para prevenir y gestionar epidemias y pandemias.
- Comprender la importancia de la modelización basada en individuos y en redes complejas para entender la propagación de enfermedades en poblaciones humanas y animales.
- Analizar la dispersión espacial de epidemias y su relación con la movilidad humana y animal, así como la predicción de brotes y pandemias a nivel regional y global.

Modalidad: Presencial.

Distribución horaria: El curso consta de 16 clases de 4 horas, una clase por semana. Cada clase consistirá en dos horas de teoría en modalidad presencial, seguidas de dos horas de práctica en modalidad presencial. Se prevé 16 horas de trabajo individual de los alumnos.

Duración total del curso: 80 horas.

Fechas de dictado: del 17 de marzo al 17 de junio de 2025.

Prerrequisitos: Conocimientos de Ecuaciones Diferenciales, Probabilidad y Programación.

Dirigido a: Profesionales universitarios que cumplan con los prerrequisitos establecidos y alumnos de la Maestría en Matemática Aplicada.

Carrera de posgrado a la que está dirigida el curso: Maestría en Matemática Aplicada.

Metodología y Organización: El curso se estructurará en 16 clases teóricas presenciales, cada una con una duración de dos horas. Además, se complementará con 16 clases prácticas, también de dos horas cada una. Durante estas sesiones prácticas, se fomentará la interacción activa entre los docentes y los alumnos, dedicándose al desarrollo de ejercicios. Se utilizarán herramientas computacionales como C, Python y R para abordar la resolución de los problemas propuestos. Se estima que los alumnos dedicarán unas 16 horas de trabajo individual para complementar lo aprendido en clase.



Resolución de Consejo Directivo **50 / 2025 - EXA -UNSa**
Exp Nro 337/2024-EXA-UNSa.: Autoriza el dictado del Curso de Posgrado
"Dinámica de poblaciones....", bajo la dirección del Dr. Juan Pablo Aparicio.
De: EXACTAS-Dirección de Posgrado



Salta,
18/02/2025

Evaluación: Para obtener la aprobación del curso, el estudiante deberá completar satisfactoriamente las actividades asignadas por los responsables del mismo. Estas pueden consistir en uno o dos exámenes escritos que consistirán en la resolución de ejercicios que abarcaran aspectos teóricos y prácticos. Además, se requerirá la entrega de todos los informes propuestos durante el desarrollo del curso, así como la presentación oral y defensa de un informe final.

Certificados: Se emitirán certificados de aprobación.

Aranceles:

- Para alumnos de posgrado y docentes de la UNSa. \$50.000 (Pesos Cincuenta Mil)
- Para otros profesionales: \$50.000 (Pesos Cincuenta Mil)
- Para alumnos de la carrera de Maestría en Matemática Aplicada, sin arancel

Erogaciones: Los fondos recaudados serán destinados al Laboratorio de Biología Computacional, Box 17, INENCO, UNSa.-CONICET.

Inscripciones: Mesa de Entradas de la Facultad de Ciencias Exactas, en horario de atención al público (lunes a viernes de 10:00 a 12:00 y de 15:00 a 17:00 horas).

Contenidos mínimos: Conceptos básicos de dinámica poblacional y su modelado. Principios básicos de epidemias. Modelos básicos y avanzados. Vacunación y efectividad. Modelos de crecimiento poblacional con estructura de edad. Distribuciones probabilísticas y modelos de confiabilidad. Simulaciones numéricas y modelos estocásticos. Modelos de epidemias recurrentes y transmitidas por vectores. Interacción entre agentes y simulación de redes. Modelos metapoblacionales y su relación con la movilidad humana.

Programa Analítico

1.Introducción.

Integración Numérica de Ecuaciones Diferenciales Ordinarias. ¿Qué es una población? Ejemplos de poblaciones en ecología, biología celular, demografía, epidemiología y física. Modelando el cambio en el tiempo. Variación continua de una variable continua. Crecimiento poblacional con tasas constantes: el proceso de nacimiento-muerte determinístico. Tasas dependientes de la población. Modelo logístico, soluciones analíticas. Soluciones numéricas de ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden: El método de Euler y la familia Runge-Kutta.

2.Modelos epidemiológicos Básicos.

¿Qué es una epidemia? Hipótesis fundamentales. Epidemias en poblaciones cerradas. Mezcla homogénea y el modelo SIR simple. Soluciones analíticas. Diagramas en el espacio de fases. Número reproductivo básico y Teorema umbral. Tamaño final de una epidemia. Ley de acción de masas. Vacunación y el Número reproductivo efectivo. Variables epidemiológicas: incidencia y prevalencia. Estados epidemiológicos. Modelos SEIR, SIRT. Modelos con dinámica vital. Endemias. Análisis de estabilidad.

3.Poblaciones estructuradas por edad.

Modelos de crecimiento poblacional con estructura de edad. Características y esquema numérico. Curvas de sobrevivencia. Mortalidad constante. Solución analítica. Modelo epidemiológico SIR con estructura de edad.



Resolución de Consejo Directivo **50 / 2025 - EXA -UNSa**
Exp Nro 337/2024-EXA-UNSa.: Autoriza el dictado del Curso de Posgrado
"Dinámica de poblaciones...", bajo la dirección del Dr. Juan Pablo Aparicio.
De: EXACTAS-Dirección de Posgrado



Salta,
18/02/2025

4.Consideraciones probabilísticas y Teoría de la confiabilidad.

Teoría de la confiabilidad. Tasa de fallo. Distribuciones más comunes: exponencial, gamma. Formulación integral: ecuaciones de Volterra. Ecuaciones integro-diferenciales. Ecuaciones diferenciales con retrasos. Modelo de producción de glóbulos rojos. Dinámica poblacional de moscas: el experimento de Nicholson y modelos logísticos con retraso. Ciclos límite. Modelos epidemiológicos con edad de infección. Forma integro-diferencial. El truco lineal.

5.Procesos estocásticos.

Proceso de Poisson. Generación de secuencias de números pseudo-aleatorios. Distribución uniforme: el método congruencial lineal. Distribución exponencial: método de la función inversa. Distribución normal. Algoritmos para su simulación numérica. El proceso de Yule. Crecimiento poblacional: proceso de nacimiento-muerte estocástico. La ecuación maestra. Distribución del intervalo entre eventos consecutivos. Simulaciones de Montecarlo. La aproximación quasi-determinística. Aproximación de Poisson. El límite quasi-determinista y ecuaciones diferenciales estocásticas. Esquemas numéricos para resolver ecuaciones diferenciales estocásticas.

6.Enfermedades transmitidas por contacto directo.

Epidemias recurrentes. Forzados paramétricos. Epidemiología de las enfermedades transmisibles por contacto: gripe, sarampión, tuberculosis. Modelos estocásticos poblacionales y basados en individuos. Tamaño de comunidad crítico.

7.Enfermedades transmitidas por vectores y enfermedades de transmisión sexual.

Forzados aditivos. Enfermedades transmitidas por vectores. El modelo de Ross-Macdonald. Términos de transmisión dependientes de la frecuencia y dependientes de la densidad poblacional. Análisis crítico de las hipótesis. Dengue y Malaria. Enfermedades de transmisión sexual. Gonorrea y el concepto de grupo generador.

8.Modelos basados en individuos.

Individuos y su caracterización. Modelos en tiempo continuo y discreto. Interacción entre agentes y su simulación. Redes. Conceptos básicos: nodos, aristas, coeficiente de agrupamiento, camino medio, grado de un nodo y su distribución. Redes aleatorias. Mezcla homogénea, R_0 y modelo SIR determinístico. El modelo de Erdos & Renyi. Small-worlds y Scale-free networks. Número reproductivo básico en redes: diferencias con el caso de los modelos poblacionales. Epidemias en redes.

9.Dispersión espacial de epidemias.

Movilidad humana y dispersión espacial. Modelos metapoblacionales. Modelos gravitatorios. Modelos basados en individuos. Tráfico aéreo y pandemias.

Bibliografía

- Brauer, F., & Castillo-Chavez, C. (2011). *Mathematical Models in Population Biology and Epidemiology* (segunda edición). Springer.
- Daley, D. J., & Gani, J. (1999). *Epidemic Modelling*. Cambridge University Press.
- Bailey, N. T. J. (1975). *The Mathematical Theory of Infectious Diseases and its Applications*. Hafner Press.
- Diekmann, O., & Heesterbeek, J. A. P. (2000). *Mathematical Epidemiology of Infectious Diseases*. John



Resolución de Consejo Directivo **50 / 2025 - EXA -UNSa**

Exp Nro 337/2024-EXA-UNSa.: Autoriza el dictado del Curso de Posgrado "Dinámica de poblaciones....", bajo la dirección del Dr. Juan Pablo Aparicio.


De: **EXACTAS-Dirección de Posgrado**




Salta,
18/02/2025

Wiley & Sons.

- Anderson, R. M., & May, M. (1995). Infectious Diseases of Humans. Oxford University Press.
- Ludwig, D. (1974). Stochastic Population Theories. Springer.
- Renshaw, E. (1993). Modelling Biological Populations in Space and Time. Cambridge University Press.
- Murray, J. D. (2002). Mathematical Biology I: An Introduction (Tercera edición). Springer.
- Tuckwell, H. C. (1995). Elementary Applications of Probability Theory (Segunda edición). Chapman & Hall.
- Brauer, F., van den Driessche, P., & Wu, J. (eds) (2008). Mathematical Epidemiology. Springer.
- Gutierrez, J. A., Laneri, K., Aparicio, J. P., & Sibona, G. (2023). Meteorological indicators of dengue epidemics in non-endemic Northwest Argentina. Infectious Disease Modelling
- Simoy, M. I., & Aparicio, J. P. (2020). Ross-Macdonald models: Which one should we use?. Acta Tropica, 207, 105452.
- Aparicio, J. P., & Solari, H. G. (2001). Population dynamics: a Poisson approximation and its relation to the Langevin process. Physical Review Letters, 86, 4183-4186.
- Aparicio, J. P., & Pascual, M. (2007). Building epidemiological models from R0: an implicit treatment of transmission in networks. Proceedings of the Royal Society: Biological Sciences, 274, 505-512.
- Rafo, M. del V., & Aparicio, J. P. (2020). Simple epidemic network model for highly heterogeneous populations. Journal of Theoretical Biology, 486, 110056.


Dr. JOSÉ R. MOLINA
SECRETARIO ACADÉMICO Y DE INVESTIGACIÓN
FACULTAD DE CS. EXACTAS-UNSa.




Mag. GUSTAVO DANIEL GIL
DECANO
FACULTAD DE CS. EXACTAS - UNSa