



Universidad Nacional de Salta  
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS  
Av. Bolivia 5150 - 4400 - Salta  
Tel. (0387)425-5408 - Fax (0387)425-5449  
Republica Argentina

SALTA, 16 de julio de 2019

EXP-EXA: 9019/2018

RESCD-EXA: 319/2019

VISTO la presentación del Dr. Juan Pablo APARICIO, mediante la cual ofrece dictar nuevamente los cursos “Dinámica no lineal y aplicaciones” e “Introducción a la teoría del caos” como materias optativas para la carrera de Maestría en Matemática Aplicada. Asimismo el Dr. APARICIO, informa las fechas de dictado a fs. 21, y

CONSIDERANDO:

Que se cuenta con el visto bueno del Comité Académico de la Maestría en Matemática Aplicada (fs. 08).

Que la Comisión de Docencia e Investigación, aconseja autorizar el nuevo dictado de los cursos, con los mismos programas y modalidad aprobados por RESCD-EXA N° 129/2018.

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

EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS  
(en su sesión ordinaria del 26/06/19)

RESUELVE

ARTICULO 1º: Tener por autorizado el dictado de los cursos “Dinámica no lineal y aplicaciones” e “Introducción a la teoría del caos”, en el primer cuatrimestre del año 2020, como Materias Optativas para la carrera de Maestría en Matemática Aplicada, bajo la responsabilidad del Dr. Juan Pablo APARICIO, docente del Departamento de Física de esta Facultad.

ARTICULO 2º: Ratificar los programas analíticos de los cursos “Dinámica no lineal y aplicaciones” e “Introducción a la teoría del caos”, aprobados por RESCD-EXA N° 129/2018, cuyo detalle y características se explicita en el Anexo I y II de la presente resolución.

ARTICULO 3º: Hágase saber fehacientemente al Dr. Juan P. APARICIO. Hágase saber al Comité Académico de Maestría en Matemática Aplicada, al Departamento de Matemática, al Departamento de Física y a la Dirección Administrativa de Posgrado. Cumplido, resérvese.

mxs  
rer

Dra. MARÍA RITA MARTEARENA  
SECRETARIA ACADÉMICA Y DE INVESTIGACIÓN  
FACULTAD DE CS. EXACTAS - UNSA



Ing. DANIEL HOYOS  
DECANO  
FACULTAD DE CS. EXACTAS - UNSA



*Universidad Nacional de Salta*  
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS  
Av. Bolivia 5150 - 4400 - Salta  
Tel. (0387)425-5408 - Fax (0387)425-5449  
Republica Argentina

ANEXO I de la RESCD-EXA: 319/2019 – EXP-EXA: 9019/2018

**Materia Optativa: “Dinámica no lineal y aplicaciones”**

**Carrera:** Maestría en Matemática Aplicada – Plan 2006

**Docente Responsable:** Dr. Juan Pablo APARICIO

**Fines:** Presentar y desarrollar las bases de la teoría de sistemas dinámicos. Introducir los conceptos y herramientas fundamentales de la dinámica no lineal y estudiar las principales aplicaciones en diversas áreas de la ciencia como ecología, epidemiología y física entre otras.

**Carga horaria:** 60 Horas.

**Distribución horaria:** 4 horas semanales de teoría y 4 horas semanales de resolución de problemas.

**Régimen de regularización:** Para regularizar la materia los alumnos deberán aprobar dos parciales con un puntaje no menor al 60% y los seminarios que proponga la cátedra.

**Lugar de dictado:** Facultad de Ciencias Exactas – Universidad Nacional de Salta.

**Fecha de dictado:** del 12/03/2020 al 12/05/2020.

### Programa analítico

#### I. Introducción.

1. Breve reseña histórica. Lo que la dinámica lineal no puede explicar. Ejemplos de dinámica no lineal. Flujos descriptos por mapas y ecuaciones diferenciales.

#### II. Flujos unidimensionales.

2. Crecimiento poblacional exponencial. Ecuaciones del tipo logístico. Puntos fijos y estabilidad. Existencia y unicidad. Imposibilidad de oscilaciones. Potenciales. Resolución numérica de ecuaciones diferenciales ordinarias. Ejemplos.

3. Bifurcaciones. Distintos tipos de bifurcaciones: ensilladura, transcrita, tridente. Bifurcaciones imperfectas y catástrofes. Ejemplos en dinámica de poblaciones de insectos. Retrasos temporales y caos.

4. Flujos en el círculo. Oscilador uniforme y no uniforme. Péndulo sobreamortiguado. Ejemplo: sincronización en poblaciones de luciérnagas.

///...



ANEXO I de la RESCD-EXA: 319/2019 – EXP-EXA: 9019/2018

**III. Flujos bidimensionales**

5. Sistemas lineales autónomos: definición y clasificación. Casos homogéneos e inhomogéneos. Solución general. Plano de fase. Retrato de fase. Flujos forzados.
6. Sistemas no lineales. Retratos de fase. Invariantes, atractores, cuencas de atracción y regiones atrapantes. Existencia y unicidad. Consideraciones topológicas. Puntos fijos y linealización. Ejemplos: Competencia y predación. Sistemas conservativos y reversibles. Estabilidad de Liapunov. Estabilidad estructural.
7. Conjuntos límite. Ciclos límite. Descartando la existencia de órbitas cerradas. Teorema de Poincaré-Bendixon. Sistemas de Liénard. Oscilaciones de relajación. Oscilador débilmente no lineal.
8. Bifurcaciones en el plano. Bifurcaciones ensilladura, transcítica, tridente. Bifurcación de Hopf. Bifurcaciones locales versus bifurcaciones globales. Reducción a la variedad central. Eliminación adiabática de variables rápidas. Mapas de Poincaré

**Trabajos prácticos:** Los trabajos prácticos versarán sobre los temas desarrollados en la teoría, ya sea en forma de problemas y/o de seminarios sobre temas vinculados.

**Bibliografía básica y avanzada**

1. Strogatz, S. H. (1994) *Nonlinear dynamics and chaos*, Perseus Books Publishing, Cambridge, Massachusetts, USA.
2. Solari HG, Natiello M.A. y Mindlin G.B. (1996) *Nonlinear Dynamics*, Institute of Physics Publishing.
3. Kaplan D. y Glass L. (1995) *Understanding Nonlinear Dynamics*, Springer.
4. Wiggins S. (2003) *Introduction to Applied Nonlinear Dynamical Systems and Chaos*. Springer.
5. D. Ludwig; D. D. Jones; C. S. Holling (1978), *Qualitative Analysis of Insect Outbreak Systems: The Spruce Budworm and Forest*. *The Journal of Animal Ecology*, Vol. 47, No. 1, pp. 315-332.
6. May R. (1976) Simple mathematical models with very complicated dynamics. *Nature* 261. 459.

\*\*\*\*\*

  
 Dra. MARÍA RITA MARTEARINA  
 SECRETARÍA ACADÉMICA Y DE INVESTIGACIÓN  
 FACULTAD DE CS. EXACTAS - UNSA



Ing. DANIEL HOYOS  
 DECANO  
 FACULTAD DE CS. EXACTAS - UNSA



*Universidad Nacional de Salta*  
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS  
Av. Bolivia 5150 - 4400 - Salta  
Tel. (0387)425-5408 - Fax (0387)425-5449  
Republica Argentina

ANEXO II de la RESCD-EXA: 319/2019 – EXP-EXA: 9019/2018

**Materia Optativa: “Introducción a la teoría del caos”**

**Carrera:** Maestría en Matemática Aplicada – Plan 2006

**Docente Responsable:** Dr. Juan Pablo Aparicio

**Fines:** Presentar y desarrollar las bases de la teoría del Caos. Introducir los conceptos y herramientas fundamentales de la teoría y sus aplicaciones.

**Carga horaria:** 60 Horas.

**Distribución horaria:** 4 horas semanales de teoría y 4 horas semanales de resolución de problemas.

**Régimen de regularización:** Para regularizar la materia los alumnos deberán aprobar dos parciales con un puntaje no menor al 60% y los seminarios que proponga la cátedra.

**Lugar de dictado:** Facultad de Ciencias Exactas – Universidad Nacional de Salta.

**Fecha de dictado:** del 14/05/2020 al 30/06/2020.

#### **Programa analítico**

1. Breve reseña histórica. Que es Caos? Caos y fractales. Dinámica no lineal y Caos.
2. Ecuaciones de Lorentz: propiedades simples. Caos en un atractor extraño. Mapa de Lorentz. Comportamiento en el espacio de parámetros.
3. Puntos fijos y métodos gráficos para determinar regímenes dinámicos. Mapas unidimensionales. Mapa logístico. Estudio numérico y analítico. Exponentes de Lyapunov. Re normalización. Caos y quasiperiodicidad.
4. Fractales. Conjuntos contables e incontables. Conjunto de Cantor. Fractales auto-similares. Dimensiones: empaquetamiento, dimensión puntual y dimensión de correlación.
5. Atractores extraños. Mapa de Henon. Reconstrucción de atractores extraños.
6. Reconocimiento experimental del caos. Análisis de series temporales. Correlaciones. Espectro de potencias. Formas de caracterizar el caos. Detección de caos en series temporales.

**Trabajos prácticos:** Los trabajos prácticos versarán sobre los temas desarrollados en la teoría, ya sea en forma de problemas y/o de seminarios sobre temas vinculados.

///...



Universidad Nacional de Salta  
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS  
Av. Bolivia 5150 - 4400 - Salta  
Tel. (0387)425-5408 - Fax (0387)425-5449  
Republica Argentina

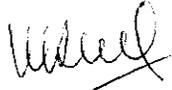
.../// -2-

ANEXO II de la RESCD-EXA: 319/2019 – EXP-EXA: 9019/2018

### Bibliografía básica y avanzada

1. Strogatz, S. H. (1994) *Nonlinear dynamics and chaos*, Perseus Books Publishing, Cambridge, Massachusetts, USA.
2. Solari HG, Natiello M.A. y Mindlin G.B. (1996) *Nonlinear Dynamics*, Institute of Physics Publishing.
3. Kaplan D. y Glass L. (1995) *Understanding Nonlinear Dynamics*, Springer.
4. Wiggins S. (2003) *Introduction to Applied Nonlinear Dynamical Systems and Chaos*. Springer.
5. Devaney, R.L. "*A first course in chaotic dynamical systems*". Addison-Wesley Publishing Company(1992).
6. Rothman D.H. "*Non linear dynamics I: Chaos*". Massachusetts Institute of Technology. 12.006J/18.353J.
7. Boccaletti, S., Gluckman, B. J., Kurths, J., Pecora, L. M., Meucci, R., Yordanov, O. Ed. (2004). *Experimental Chaos. 8<sup>th</sup>. Experimental Chaos Conference - Italy, 2004*. American Institute of Physics Conference Proceedings Vol 742. Melville, New York.
8. D. Ludwig; D. D. Jones; C. S. Holling (1978), *Qualitative Analysis of Insect Outbreak Systems: The Spruce Budworm and Forest*. The Journal of Animal Ecology, Vol. 47, No. 1, pp. 315-332.
9. May R. (1976) *Simple mathematical models with very complicated dynamics*. Nature 261. 459.

\*\*\*\*\*

  
Dra. MARÍA RITA MARTEARENA  
SECRETARÍA ACADÉMICA Y DE INVESTIGACIÓN  
FACULTAD DE CS. EXACTAS - UNSa



Ing. DANIEL HOYOS  
DECANO  
FACULTAD DE CS. EXACTAS - UNSa