Convocatoria- adscripción para la formación en investigación

El Instituto de Ciencias de la Universidad Nacional de General Sarmiento seleccionará 1 (un) estudiante/ graduado para la adscripción a investigación

Periodo de la adscripción: del 01/01/2021 al 31/12/2021.

Sede: Instituto de Ciencias, Universidad Nacional de General Sarmiento.

Dedicación: 6 hs semanales.

Proyecto de investigación: Ecuaciones diferenciales de Evolución con contenido Biofísico y Métodos Numéricos (UNGS ICI 30/1133).

Director del proyecto: Alberto Fernando Deboli.

Fecha de inicio y finalización del proyecto*:* 01-01-19 / 31-12-22

Docente responsable de la adscripción: Alberto Fernando Deboli.

Nivel del docente responsable de la adscripción: Profesor Adjunto ID.

Evaluadores: Ezequiel Dratman, Gabriel Monzón y Alberto F. Deboli

Tareas a desarrollar: Se adjunta plan.

Requisitos:

a.- Graduados de carreras afines al proyecto de investigación en el que se desarrollará la adscripción y que no posean compromisos laborales formales con la Universidad, a excepción del personal técnico administrativo.
b.- Estudiantes de la UNGS con al menos el 50% de las materias de su carrera aprobadas y que no posean compromisos laborales formales con la Universidad a excepción del personal técnico administrativo.
c.- Personal técnico administrativo graduado de una carrera universitaria afín al campo disciplinar del proyecto de investigación en el que se desarrollará la adscripción.
d.- Personal técnico administrativo estudiante de una carrera universitaria afín al campo disciplinar del proyecto de investigación en el cual se desarrollará la adscripción, que cumpla con al menos el 50% de las materias de su carrera aprobadas.

Documentación a presentar: CV, copia del DNI y el reporte de materias aprobadas (donde conste el porcentaje de la carrera validado) o copia del título, según corresponda.

Firma del director del proyecto
Alberto F. Deboli

Firma del responsable de la adscripción
Alberto. F Deboli

Aval del Coordinador de Área
Alberto F. Deboli

15 de octubre de 2020

Plan de formación - Convoctoria de Adscripción - 2021 para la formación en Investigación Proyecto de investigación asociado: Ecuaciones diferenciales de Evolución con contenido Biofísico y Métodos Numéricos. (UNGS ICI 30/1133). Docente responsable: Alberto Fernando Deboli.

Resumen

Este plan de trabajo de adscripción para la formación investigación tiene como objetivo general introducir a graduados y/o alumnos de carreras afines a la temática del proyecto de investigación de referencia, a las técnicas del análisis no lineal para el estudio de la dinámica de algunos modelos de crecimiento poblacional con retardo, para una o más especies y bajo diferentes escenarios de interacción.

1. Introducción.

Cuando se trata de describir procesos reales, sean estos de tipo físicos, biológicos, sociales, o tecnológicos, suele suponerse que el sistema en consideración es tal que los valores futuros de sus variables de estado vienen determinados por el conocimiento de su estado actual, esto es, independientemente de su historia. Este enfoque determinístico es característico de la mecánica Newtoniana.

Sin embargo, en muchas ocasiones, este enfoque es insuficiente si queremos que el modelo sea un buen representante de la realidad que se desea estudiar. Algunos ejemplos que requieren de modelos que contemplen parte de la historia del sistema son los que describen el comportamiento de materiales viscoelásticos, las interacciones interespecies e intraespecie, la regulación automática de servomecanismos (sistemas de control con retroalimentación), etc.

Historicamente, se han denominado a las ecuaciones diferenciales que modelan estos fenómenos como *ecuaciones con argumentos desviados o ecuaciones con retardo*; conforme se avanzó con el estudio de esas ecuaciones se estableció una teoría más general, que las incluye, la teoría de las *ecuaciones funcionales diferenciales* ([35],[34]).

Muchos problemas provenientes de la biofísica y de las tecnologías asociadas (problemas de automatización, control y retroalimentación, etc) son modelados mediante ecuaciones funcionales diferenciales con retardo. La bibliografía general sobre el tema es muy extensa ([1]-[15]).

En el estudio de este tipo de ecuaciones convergen diferentes áreas de las ciencias: la física, la biología, la matemática y la computación; en este sentido su investigación suele ser de tipo *interdisciplinaria o* mejor aun *transdiciplinaria.* La transdiciplinariedad se caracteriza por implementar estrategias de investigación que atraviesan los límites disciplinarios para crear nuevos *enfoques holístico.*

Más allá del valor práctico que tiene la investigación en estos temas, por su valor e impacto social, el estudio de las ecuaciones diferenciales funcionales constituyen una fuente de desarrollo de gran interés para la matemática misma; su estudio requiere conceptos y procedimientos de distintas ramas de la matemática; del análisis (complejo, funcional, numérico), de la topología y de la geometría diferencial. Los desarrollos de la teoría de las ecuaciones funcionales diferenciales han tenido como punto de partida el estudio de la ecuación diferencial con retardo

$$x'(t) = -\alpha x(t-1)\,[1 + x(t)]$$

que aparece por primera vez en los trabajos de Lord Cherwell a propósito de sus estudios acerca de la distribución de probabilidad de los números primos. Muchas variantes de dicha ecuación fueron utilizadas en el estudio de modelos de crecimiento poblacional aplicados a diferentes áreas de las *Ciencias de la Vida*, tales como la biología, la psicología, la etología, la ecología, la epidemiología, la fisiología, la neurociencia, la bioquímica, etc. Cabe señalar que muchas conjeturas y problemas abiertos refidos a este tema aún quedan por resolver ([1]-[16]).

2. Objetivos Generales y Específicos.

En este plan de adscripción se propone que el o la postulante realice un doble trabajo de lectura y elaboración de notas a partir de cierto *material seleccionado* entre los textos y artículos que figuran en las referencias (bibliografía general de consulta (ver página 4), a los efectos de:

- Realizar una primera aproximación al estudio de diferentes métodos del análisis no lineal aplicados al estudio de la dinámica de los sistemas de ecuaciones diferenciales con retardo ([14]-[35]).

Más específicamente, se abordadá *algunos tópicos* de la siguiente temática:

1. Método del grado topológico ([17],[18],[24]).
2. Métodos de punto fijo, de shooting, linealización, iteraciones monótonas (sub y super soluciones) y método de Newton o cuasi-linealización ([20],[21],[22],[23]).
3. Método de Semigrupos ([25]).

- Realizar una introducción a la teoría básica de las sistemas de ecuaciones diferenciales con retardo ([12],[14],[34]) que modelan diferentes procesos que se estudian en el campo de las *Ciencias de la Vida.*

  Más específicamente, se realizá un relevamiento de los modelos clásicos de la Biología Matemática ([13],[35]) y en particular se aboradán *algunos tópicos* de la siguiente temática relativa a modelos de crecimiento poblacional tipo Nicholson ([44],[45],[46],[47],[48]) ó de tipo Gompertz ([51],[52]):

  1. Buen planteo del problema. Existencia, unicidad y multiplicidad de soluciones ([14],[34],[35]).
  2. Persistencia y oscilación de las soluciones. Soluciones positivas T-periódicas, cuasi-periódicas ([15], [47], [48], [39]).
  3. Dinámica de sistemas no lineales de crecimiento poblacional bajo distintos tipos de interacciones interespecies e intraespecie (protocooperativa, competitiva o tipo presa - depredador) y bajo diferentes tipos de harvesting (recolección o cosecha) ([36],[12]).
  4. Comportamiento a largo plazo y sensibilidad respecto de los parámetros. Estabilidad asintótica y estabilidad bajo pequeñas perturbaciones de los parámetros (estabilidad estructural). [45],[46]
  5. Aproximaciones numéricas y simulaciones computacionales mediante la implentación de esquemas con el uso de algún software libre de cálculo simbólico, por ejemplo WxMaxima.

3. Tareas a desarrollar: cronograma de actividades y dinámica de trabajo.

En una *fase inicial de formación en la investigación* como lo es la *búsqueda del problema de investigación* se propone el siguiente *cronograma de actividades y dinámica de trabajo*:

- *Primera etapa: del 01-01-21 al 30-04-21*: Propuesta de *lectura de artículos y capítulos de textos* según lo especificado en los objetivos generales y especificos (ver sección 2)

- *Segunda etapa: del 01-05-21 al 30-08-21*: *Elaboración de notas*, a partir del trabajo de lectura, a los efectos de realizar el *estado del arte* de la temática abordada.

- *Tercera etapa: del 01-09-21 al 31-10-21*: *Identificación de problemas abiertos* y de *nuevas técnicas de estudio* afines al área temática.

- *Etapa final: del 01-11-21 al 31-12-21*: Elaboración de un *informe final* a través del cual el o la postulante se enfrente a la tarea de *comunicar los resultados del trabajo realizado.*

En cuanto a la *dinámica de trabajo* se prevé *una reunión de trabajo por mes*, bajo la modalidad virtual vía Zoom o Meet, con el objeto de que el o la postulante pueda formular las dificultades que haya encontrado a lo largo de su trabajo de y reorientar, de ser necesario, la metodología de estudio y el abordaje de los contenidos específicos trabajados.

Esta instancia de evaluación y retroalimentación es fundamental. Se considera que una parte fundamental de la tarea de formación en investigación, por parte del tutor o director, consiste en la orientación o reorientación que surge del *recorrido específico* que va realizando el sujeto que está en vías de formación, motivo el cual el esquema propuesto tanto para las actividades como para la dinámica de tabajo, se ajustará al *ritmo* y a los *intereses propios* del o la postulante.

Asimismo cabe destacar que se incentivará, en lo posible, la participación del o la postulante en todo evento académico - científico que se realice en el año 2021 (muy probablemente bajo la modalidad virtual) relativo a la temática de investigación, a los efectos de que interactúe con otros investigadores del área.

Referencias

[1] Alon U., An introduction to Systems Biology, Chapman & Hall, NY (2007)

[2] Clement P., Lumer G. (Rd.) Evolution Equations, Control Theory and Biomathematics. (1994)

[3] Cronin J. Mathematical aspects of Hodgkin-Huxley neural theory. Cambridge University Press (1987).

[4] Cushing J.M. Integrodifferential Equations and Delay Models in Population Dynamics.Springer-Verlag Berlin Heidelberg (1977)

[5] Haberman R. Mathematical models mechanical vibrations, population dynamics, and traffic flow. An introduction to applied mathematics. SIAM. (1987)

[6] Haefner J.W. Modeling biological systems. Principles and applications. Springer New York. 2005

[7] Hoppensteadt F.C. Mathematical methods of population Biology. Cambridge University Press. (1982).

[8] Hoppensteadt F.C. and Peskin C.S Modeling and simulation in medicine and the life of sciences. Springer. New York. (2002).

[9] Jost J. . Mathematical Methods in Biology and Neurobiology. Springer. New York. (2014).

[10] Jones, D.S, Plank, Michael Sleeman, B.D Differential Equations and Mathematical Biology.

[11] Keener J., Sneyd J. Mathematical Physiology. II Systems Physiology. Springer Verlag New York (2009)

[12] Kuang Yang. Delay differential equations With applications in population dynamics. Academic Press.(1993).

[13] Murray J.D. Mathematical Biology. I. An Introduction. Springer.

[14] Smith H. An introduction to Delay Differential Equations with Applications to the Life Sciences. Sringer Verlag. new York. Berlin. (2011).

[15] Ravi P. Agarwal , Donal O'Regan, Samir H. Saker. Oscillation and Stability of Delay Models in Biology. Springer - Verlang New York. (2014)

[16] Dunkel G. Single - species model for population growth depending on past history. Seminar on Differential Equations and Dynamical Systems, 92-99. Lecture Notes in Math. vol 60, Springer - Verlang 1968. M R 38 1366.

[17] Amster P. Topological methods in the Study of Boundary Value Problems. Springer. New York (2014).

[18] Amster P. Métodos Topológicos en el anáalisis no lineal. Publicaciones Matemáticas. IMPA. (2009).

[19] Brown, R. F. A Topological Introduction to Nonlinear Analysis. Birkhauser. Boston - Basel - Berlin. (1993).

[20] De Coster C. and P. Habets: Upper and lower solutions in the theory of ode boundary value problems: classical and recent results. Nonlinear Analysis and boundary value problems for ODEs. CISM Courses and Lectures 371. Springer, 1997.

[21] De Coster, C. and Habets, P. An Overview of the Method of Lower Upper Solutions for ODE's.

[22] Zeidler E. Nonlinear Functional Analysis and its Applicatons. I: Fixed-Point Theorems, Springer (1992).

[23] Cronin, J. Fixed Point and Topological degree in Nonlinear Analysis. Mathematical Survey. Number 11 American Mathematical Society. 190. providence, Rhode Island. (1964).

[24] Lloyd N. Degree Theory. cambrige University. Press. Cambrige. (1978).

[25] Pazy A. Semigroups of linear operators and applicarions. Springer.

[26] Strogatz S.H. . Nonlinear Dynamics and Chaos with Applications to Physics, Biology, Chemistry and Engineering Addison-Wesley Publishing Company, Reading. (1994).

[27] Wiggins S. Introduction to Applied Nonlinear Dynamical Systems and Chaos. (Texts in Applied Mathematics). Springer New York. (2003)

[28] Alligood K. T., T. D. Sauer, J. Yorke. Chaos. An Introduction to Dynamical ystems. Springer. New York. (1997).

[29] Hale, J. & Kocak, H. Dynamics and Bifurcations, Springer-Verlag, New York. (1991)

[30] Pecora, L. M., & Carroll, T. L. Synchronization in chaotic systems. Physical Review Letters 64(8), 821-824. (1990)

[31] Pecora, L. M., & Carroll, T. L. Driving systems with chaotic signals. Physical Review A 44(4), 2374-2383. (1991)

[32] Ott, E., Grebogi, C. and Yorke, J. Controlling Chaos, Physical Review Letters 64(11), 1196- 1199. (1990)

[33] E. Ott Chaos in Dynamical Systems Cambridge University Press (2000).

[34] Driver R. D. Ordinary and Delay Differential Equations. Springer - Verlang. New York Heidelberg Berlin. (1977).

[35] Hale J. Theory of Functional Differential Equations. Springer Verlag New York. Heilderberg . Berlin. (1977)

[36] Bazykin A. Nonlinear Dynamics of Interacting Populations. Nonlinear Science. Serie A. Vol 11. World Scientific.(1998).

[37] Nicholson A. J. An outline of the dinamics of animal populations. Austral, J, Zool 2 9-25. (1954).

[38] Allee W. Animal aggregations: a study in general sociology. Chicago University Press, (1933).

74

[39] Golpasamy K., M. Kulenovi and G. Adas. Environmental Periodicity and Time Delays in a Food-Limited Population Model JOURNAL OF MATHEMATICAL ANALYSIS AND APPLICATIONS 147, 545-555 (1990).

[40] Hutchinson S. M. Circular causal system in ecology. Ann Gazette 45 13-14. (1961)

[41] May R. M. Stability and complexity in model ecosystems. Princeton University Press, (1975).

[42] Mawhin J. The legacy of Pierre-Francois Verhulst and Vito Volterra in population dynamics, en The firs 60 yeras of nonlinear analysis of J Mawhin .147-160. World Sci. Publ. River Edge. NJ (2004).

[43] Liz Eduardo. Four theorems and one conjecture on the global asymptotic stability of delay differential equations. Departamento de Matemática Aplicada II, E.T.S.I. Telecomunicación, Universidad de Vigo, Campus Marcosende, 36280 Vigo, Spain

[44] Gurney W.S., S.P. Blythe, R.M. Nisber, Nicholson's blowflies (revised) Nature 287 17-21 (1980).

[45] Berezansky L., Braverman E., Idels L. Nicholson's blowflies differential equations revisited: Main results and open problems. Applied Mathematical Modelling 34 (6) pp 1405-17.

%bibitemLD Li H. J., Du Ch. Existence of positive periodic solutions for a generalized Nicholson's blowflies model. Journal of Computational and Applied Mathematics 221 226-233. (2008)

[46] Berezansky L., Idels L., Troib L. Global dynamics of Nicholson-type delay systems whit applications. Nonlinear Anal. Real Word Appl. 12 (2011) 436-445.

[47] Faria Teresa. Gergely Rost. Persistence, Permanence and Global Stability for an n-Dimensional Nicholson System.J Dyn Diff Equat (2014) 26:723–744 DOI 10.1007/s10884-014-9381-2

[48] Li Yongkun. Periodic Solutions of a Periodic Delay Predator-Prey System. Procedings of the American Mathematical Society. Vol 127 -5 1331-1335. 1997.

[49] Li Youngkun and Yang Kuang. Periodic Solution in Periodic State-Dependent Delay Equation and Population Models. Procedings of the American Mathematical Society. Vol 130-5 1345-1353. 2000.

[50] Yi T., Zou X. Global attractivity of the diffusive Nicholson blowflies equation with Neumann boundary condition: A non-monotone case. Elsevier. JDE. 245 (2008) 3376-3388. (2008).

[51] Gompertz G., On the nature of the function expressive of the law of human mortality, and on the new mode of determining the value of life contingencies, Philos. Trans. R. Soc. Lond. 115 (1825) 513 - 585.

[52] Winsor C.P., The Gompertz curve as a growth curve, Proc. Natl. Acad. Sci. USA (1932) 1 - 7.

[53] Braverman E., R. Mamdani, Continuous versus pulse harvesting for population models in constant and variable environment, J. Math. Biol. 57 (2008) 413 - 434.

[54] Laird A.K., Dynamics of tumour growth, Br. J. Cancer 18 (3) (1964) 490?502.

[55] Laird A.K., Dynamics of tumour growth: comparison of growth rates and extrapolation of growth curve to one cell, Br. J. Cancer 19 (1965) 278?291.

[56] Cohen S.I., M. Vendruscolo, C.M. Dobson, T.P. Knowles, From macroscopic measurements to microscopic mechanisms of protein aggregation, J. Mol. Biol. 421 (2012) 160?171.

[57] Zwietering M.H., I. Jongenburger, F.M. Rombouts, K. Vant Riet, Modeling of the bacterial growth curve, Appl. Environ. Microbiol. 56 (6) (1990) 1875?1881.

[58] Jia J. , Li, A predator - prey Gompertz model with time delay and impulsive perturbations on the prey, Discrete Dyn. Nat. Soc. 2009 (2009) 1?15 Article ID 256195.

[59] J. Gomatam, A new model for interacting populations - I: Two-species systems, Bull. Math. Biol. 36 (1974) 347?353.

[60] Y. Li, H. Cheng, J. Wang, Y. Wang, Dynamic analysis of unilateral diffusion Gompertz model with impulsive control strategy, Adv. Difference Equ. (2018) 32?46.

[61] A.K. Supriatna, H. Husniah, Sustainable harvesting strategy for natural resources having a coupled Gompertz production function, in: Interdisciplinary Behavior and Social Sciences: Proceedings of the 3rd International Congress on Interdisciplinary. Behavior and Social Science, Vol. 2014, CRC Press, 2015, pp. 91 - 95.

[62] L. You, Y. Zhao, Optimal harvesting of a Gompertz population model with a marine protected area and interval-value biological parameters, Math. Methods Appl. Sci. (2017) 1-14.

A f H

DEDOLI ALBERTO .F.
DNI 13.222.356