

# **Dinámica finito dimensional discontinua que modela redes neuronales**

Eleonora Catsigeras

## **PROPUESTA DE TESIS DE MAESTRÍA**

**Resumen de la presentación en  
I Jornadas de Ingeniería Matemática.  
I INGEMAT,  
Montevideo, Uruguay, 2008**

### **Identificación del proponente**

- Nombre del tutor: Eleonora Catsigeras
- Nombre del cotutor: Ruben Budelli
- Último título obtenido: E. Catsigeras: Doctora en Ciencias (Matemática) IMPA. Brasil.
- Lugar de trabajo: E. Catsigeras: IMERL. Facultad de Ingeniería. Universidad de la República. Uruguay.  
R. Budelli: Departamento de Biomatemática. Facultad de Ciencias. Universidad de la República. Uruguay.
- Área de trabajo: E. Catsigeras: Matemática. Subárea: Sistemas Dinámicos.  
R. Budelli: Biomatemática. Neurociencias.
- Información de contacto: eleonora@fing.edu.uy

### **Identificación de la propuesta de proyecto de tesis**

- Título del proyecto de tesis: Dinámica finito-dimensional discontinua que modela redes neuronales.

- Área temática del conocimiento de la propuesta: Matemática. Subárea: Sistemas Dinámicos

## PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN

Diversos modelos de redes neuronales [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7] explican el comportamiento dinámico del sistema de neuronas marcapasos a través del flujo de un sistema de ecuaciones diferenciales cuyo mapa de Poincaré, o cuyo mapa a tiempo constante, o cuya aproximación a tiempo constante, es una transformación discontinua en un espacio  $n$ -dimensional. Las discontinuidades se encuentran en la frontera topológica de una cantidad finita de piezas de continuidad.

La teoría de sistemas dinámicos (dinámica topológica, medidas invariantes, subvariedades invariantes, atractores topológicos y medibles, estabilidad de ciclos límites, caos topológico y medible, bifurcaciones y estabilidad estructural) provee de resultados teóricos de dinámicas, en mayor parte bajo hipótesis de continuidad y diferenciabilidad, esperándose que algunos de esos resultados, con adaptaciones a estudiar, sean también válidos para ciertos sistemas con discontinuidades no aisladas.

Se pretende en esta tesis de maestría investigar en la literatura científica actual los resultados matemáticos existentes sobre el tema del título, publicados o en desarrollo, relacionarlos entre sí, estudiarlos en detalle, organizarlos y adaptarlos a un contexto unificado, y extenderlos en lo posible a sistemas más generales.

Se pretende también, comparar los resultados teóricos matemáticos existentes o a obtener, con los resultados fisiológicos encontrados o esperados en neurociencias.

- Posibles aplicaciones científicas: Neurociencias. Síntesis de sistemas dinámicos caóticos, periódicos o cuasi periódicos mediante el acoplamiento de una cantidad finita de osciladores.
- Posibles aplicaciones productivas y/o sociales: Las generales de la producción científica teórica.
- Metodología: Está planteada en función de los objetivos expuestos en los últimos tres párrafos del "Resumen".

La metodología es la general a una tesis de Maestría en Matemática, que aunque es aplicable a la Neurociencias, abarca conocimientos matemáticos teóricos.

- Referencias bibliográficas:
  1. R. Budelli, J. Torres, A. Rovella, E. Catsigeras, H. Enrich: *Two neurons networks I: Integrate and fire pacemakers models*. Biol. Cybern. No. 66, pp 95-110 (1991).
  2. E. Catsigeras, R. Budelli: *Limit cycles of a bineuronal network model*. Physica D., No. 56. pp 235-252 (1992).
  3. R. Budelli, E. Catsigeras, A. Rovella, L. Gómez: *Dynamical behaviour of pacemaker neurons networks*. Proc. of the Second Congress of Nonlinear Analysts. Elsevier Science (1996).
  4. B. Cessac: *A discrete time neural network model with spiking*. Journal Math. Biol. Vol. 54, No. 3, pp 311-345 (2008)
  5. B. Cessac, T. Viéville: *On Dynamics of integrate and fire neural networks with conductance based synapses*. ArXiv [phys-bio-ph] 0709.4370v3 (2008).
  6. E. Catsigeras, A. Rovella, R. Budelli: *Contractive piecewise continuous maps modeling networks of inhibitory neurons*. ArXiv [q-bio NC] 0805.2695v1 (2008).
  7. R. Budelli, E. Catsigeras, P. Guiraud: *Dynamics of a Multidimensional Leaky Integrate and Fire Model of Neural Networks*. Work in progress. (2008).
- Perfil esperado del estudiante: Conocimientos básicos de topología general, análisis real (teoría de la medida), teoría de los sistemas dinámicos deterministas (dinámica topológica y diferenciable) e introducción a la teoría ergódica.
- Lugar y Fecha de la propuesta: Montevideo, 31 de octubre de 2008.



## **JORNADA de INGENIERÍA MATEMÁTICA 2008**

Lunes 22 de diciembre de 2008

Salón B11 - Aulario Faro

Facultad de Ingeniería, Universidad de  
la República

---

### Índice de propuestas de Tesis

- Accinelli, E.; Teoría de juegos.
- Accinelli, E.; Equilibrio general.
- Accinelli, E.; Optimización dinámica.
- Canale, E.; Búsqueda masiva de grafos de gran orden con grado y diámetro fijos.
- Canale, E.; Búsqueda masiva de grafos dirigidos de gran orden con grado y diámetro fijos.
- Canale, E., Monzón, P.; Clasificación de puntos de equilibrio del modelo de Kuramoto generalizado.
- Catsígeras, E. Budelli, R.; Dinámica finito-dimensional discontinua que modela redes neuronales.
- Monzón, P.; Conductas colectivas, sincronización, coordinación: modelado, simulación y aplicaciones.
- Muniz, G.; Efecto de valores faltantes (*missing values*) en estudios estadísticos de los adultos mayores.
- Najson, F.; Desarrollo de método/s para determinar la estabilizabilidad y/o estabilización via *feedback* de sistemas lineales conmutados.
- Najson, F., Maderna, E.; Desarrollo de método/s para obtener soluciones optimales o sub-optimales en problemas de control óptimo lineales con restricciones y costos cuadráticos.
- Tuffin, B.; Multi-homing in a competitive wireless telecommunication environment
- Usera, G.; Desarrollo de métodos MOF (*Moment of Fluid*).
- Wschebor, M.; Valores extremos de campos aleatorios en modelación de ondas marinas.

---

**Proponente:** Dra. Eleonora Catsígeras (eleonora@fing.edu.uy); Dr. Ruben Budelli

**Lugar de trabajo:** IMERL - Facultad de Ingeniería / Departamento de Biomatemáticas - Facultad de Ciencias

**Título propuesto:** Dinámica finito-dimensional discontinua que modelan redes neuronales.

**Área Temática:** Sistemas Dinámicos

**Resumen:** Diversos modelos de redes neuronales [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7] explican el comportamiento dinámico del sistema de neuronas marcapasos a través del flujo de un sistema de ecuaciones diferenciales cuyo mapa de Poincaré, o cuyo mapa a tiempo constante, o cuya aproximación a tiempo constante, es una transformación discontinua en un espacio  $n$ -dimensional. Las discontinuidades se encuentran en la frontera topológica de una cantidad finita de piezas de continuidad. La teoría de sistemas dinámicos (dinámica topológica, medidas invariantes, subvariedades invariantes, atractores topológicos y medibles, estabilidad de ciclos límites, caos topológico y medible, bifurcaciones y estabilidad estructural) provee de resultados teóricos de dinámicas, en mayor parte bajo hipótesis de continuidad y diferenciabilidad, esperándose que algunos de esos resultados, con adaptaciones a estudiar, sean también válidos para ciertos sistemas con discontinuidades no aisladas. Se pretende en esta tesis de maestría investigar en la literatura científica actual los resultados matemáticos existentes sobre el tema del título, publicados o en desarrollo, relacionarlos entre sí, estudiarlos en detalle, organizarlos y adaptarlos a un contexto unificado, y extenderlos en lo posible a sistemas más generales. Se pretende también, comparar los resultados teóricos matemáticos existentes o a obtener, con los resultados fisiológicos encontrados o esperados en neurociencias.

El resto de la propuesta puede leerse en

<https://sites.google.com/site/ingenieriamatematica/Home/>



## MAESTRÍA EN INGENIERÍA MATEMÁTICA

**Página web:**

<https://sites.google.com/site/ingenieriamatematica/Home/>

**Contacto:** [ingenieria.matematica@fing.edu.uy](mailto:ingenieria.matematica@fing.edu.uy)

## Jornada de Ingeniería Matemática - 22 de diciembre 2008

### FACULTAD DE INGENIERIA - Salón B11 - Aulario

- 8:00 a 9:00. Registro de participantes y Bienvenida
- 9:00 a 9:40. Dr Gonzalo Perera - Vicepresidente de ANTEL: "Visiones de un matemático en el gobierno/sector publico productivo"
- 09:50 - 10:10. Mag. Laura Aspirot: Regresión no paramétrica para datos funcionales no estacionarios (Estadística- Telecomunicaciones)
- 10:10 - 10:30. Tesis 1: H. Enrich: Flujo de fluidos estratificados (Fluidos - Sistemas dinámicos)
- 10:30 - 10:50. Tesis 2: G. Usera: Desarrollo de métodos MOF (Moment of Fluid) (Fluidos - Métodos numéricos)

#### 10:50 - 11:20. Pausa Café

- 11:20 - 11:40. Tesis 3: Eleonora Catsigeras: Dinámica finito-dimensional discontinua que modela redes neuronales. (Sistemas dinámicos- neurociencias)
- 11:40 - 12:00. Tesis 4: Héctor Cancela: Efficient evaluation of Diameter Constrained Network Reliability measures (Informática)
- 12:00 - 12:20. Tesis 5: Elvio Accinelli. La teoria de juegos para modelar la evolucion por imitacion (Economía matemática)

#### Almuerzo: 12:20 a 14:00

- 14:00 - 14:20. Tesis 6: Mario Wschebor: Valores extremos de campos aleatorios en modelación de olas marinas (Probabilidades)
- 14:20 - 14:40. Tesis 7: Felipe Cucker: Sobre la condición de matrices triangulares. (Análisis Numérico)
- 14:40 - 15:00. Tesis 8: Marco Scavino: Análisis de Valores Extremos para Modelos Espaciales de Lluvias en el Estado de Guanajuato, México (Estadística)

#### 15:00 - 15:30. Pausa Café

- 15:30 - 15:50. Tesis 9: Eduardo Canale: Clasificación de puntos de equilibrio de grafos del modelo de Kuramoto generalizado (Grafos - Control)
- 15:50 - 16:10. Tesis 10: Pablo Monzón: Conductas colectivas, sincronización, coordinación, modelado, simulación y aplicaciones (Modelado de sistemas - Control)
- 16:10 - 16:30. Tesis 11: Ezequiel Maderna: Desarrollo de método/s para obtener soluciones optimales o sub-optimales en problemas de control óptimo lineales con restricciones y costos cuadráticos. (Control - Control Óptimo)
- 16:30 - 16:50. Tesis 12: Federico Najson: Desarrollo de método/s para determinar la estabilizabilidad y/o estabilización via feedback de sistemas lineales conmutados. (Teoría de estabilidad - Control)

#### Mesa redonda: Ingeniería + Matemática = ¿Inteligencia para el Uruguay productivo?

- 18:00 - 19:30 La maestría en Ingeniería matemática: Expositor: Dr. Ing. Raul Tempone. Moderador: Dr. Gonzalo Perera, Comentaristas: Dr. Rodrigo Arocena (Rector de la UdelaR), Ing. Omar Braga (SACEEM), Dr. Ing. Ismael Piedra Cueva (Decano de FING), Ing. Javier Rodríguez (CSI).