

# **6° Escuela Argentina de Matemática y Biología**

## **BIOMAT 2014**

La Falda, Córdoba, del 4 al 7 de agosto de 2014



## ¡Bienvenidos a la 6° Escuela de Biología y Matemática!

El proyecto BIOMAT, comenzado en 2002 con el auspicio de CONICET, tiene como objetivo central fomentar la colaboración interdisciplinaria entre biólogos, químicos, médicos, matemáticos, físicos y computólogos de la Argentina, apuntando también a la generación de grupos de investigación interdisciplinarios capaces de formular y trabajar en proyectos de investigación de envergadura nacional y regional.

Una vez más, nuestro esfuerzo se ve premiado con una asistencia muy numerosa, con estudiosos de otras disciplinas y, muy gratamente, con participantes de otros países. Queremos agradecer a todos por la confianza que han puesto en nosotros y por permitir que BIOMAT crezca cada año un poco más.

Esperamos que esta Escuela siga siendo de provecho para conectar a investigadores y estudiantes de diversas disciplinas, generando redes de investigación que sean de provecho para cada una de ellas.

Los invitamos a participar activamente en el trabajo interdisciplinario: compartiendo experiencias, intercambiando ideas, ofreciendo soluciones innovadoras e incorporando impensados nuevos enfoques a los problemas que estudiamos.

Les deseamos que disfruten su estadía en Córdoba, que aprendan, conozcan y se diviertan mucho y esperamos vernos durante muchos encuentros más.

El Comité Organizador.

### **Comité organizador (FaMAF, UNC)**

Dr. Gustavo Sibona.  
Dr. Jorge Revelli.  
Dra. Paula Nieto.  
Dr. Lucas Barberis.  
Dr. Javier Sparacino.  
Dr. Juan Pablo Agnelli.  
Dr. Damián Knopoff.  
Lic. Ana Schaigorodsky.

### **Comité científico**

Dr. Carlos CONDAT , IFEG y FaMAF, Universidad Nacional de Córdoba.  
Dra. Alicia DICKENSTEIN , FCEyN, Universidad de Buenos Aires.  
Dr Roberto A. ROVASIO , CeBiCeM y Universidad Nacional de Córdoba.  
Dr. Mario E. GUIDO , CIQUIBIC y FCQ, Universidad Nacional de Córdoba  
Dr. Mariano SIGMAN , LNI - Universidad de Buenos Aires.  
Dr. Francisco TAMARIT , IFEG y FaMAF, Universidad Nacional de Córdoba.  
Dr. Juan Alberto TIRAO , CIEM y FaMAF, Universidad Nacional de Córdoba.  
Dra. Cristina TURNER , CIEM y FaMAF, Universidad Nacional de Córdoba.  
Dr. Jorge ZUBELLI , Instituto de Matemática Pura e Aplicada, Rio de Janeiro.  
Dr. Fernando MOMO , Universidad Nacional de General Sarmiento, Los Polvorines.  
Dr. Gabriel FABRICIUS, Instituto de Investigaciones Fisicoquímicas Teóricas y Aplicadas, La Plata.

### **Auspiciantes**

Universidad Nacional de Córdoba (UNC)  
Facultad de Matemática, Astronomía y Física (FaMAF)  
Centro de Investigaciones en Matemática (CIEM)  
Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG)  
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)  
Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT)





# Índice general

<b>Índice general</b>	<b>7</b>
<b>Cursos</b>	<b>9</b>
Clairambault	
Modelos matemáticos continuos de dinámica de poblaciones tisulares y optimización terapéutica aplicada al cáncer. . . . .	11
Solari	
Enseñanzas del modelo de <i>Aedes aegypti</i> y dengue. . . . .	11
Peruani	
Introduction to active soft-matter: modeling living matter and mimicking it. . . . .	12
<b>Exposiciones orales</b>	<b>13</b>
<b>Lunes 4</b>	<b>15</b>
Renison. . . . .	15
Solari. . . . .	15
Peruani. . . . .	15
Aparicio. . . . .	16
Rafo. . . . .	16
Knopoff. . . . .	17
Marco. . . . .	17
López. . . . .	18
Vilches. . . . .	18
Terranova. . . . .	19
<b>Martes 5</b>	<b>20</b>
Clairambault. . . . .	20
Ventura. . . . .	20
de Arruda Mancera. . . . .	21
Solari. . . . .	21
<b>Miércoles 6</b>	<b>22</b>
Clairambault. . . . .	22
Pio Ferreira. . . . .	23
Díaz. . . . .	23
Solari. . . . .	23
Peruani. . . . .	23
Martins. . . . .	24

Bergero. . . . .	25
<i>Pesco.</i> . . . .	26
<i>Guerberoff.</i> . . . .	27
<i>Polessa.</i> . . . .	27
<i>Paissan.</i> . . . .	28
<i>Sparacino.</i> . . . .	28
<b>Jueves 7</b>	<b>29</b>
Clairambault. . . . .	29
Guisoni. . . . .	29
Mocenni. . . . .	30
Peruani. . . . .	30
<i>Déboli.</i> . . . .	31
<i>Quiroga.</i> . . . .	31
<i>Alliera.</i> . . . .	32
<i>Mateos.</i> . . . .	33
<b>Presentaciones murales</b>	<b>35</b>
<b>Notas</b>	<b>59</b>

# **Cursos**



## Modelos matemáticos continuos de dinámica de poblaciones tisulares y optimización terapéutica aplicada al cáncer.

Jean Clairambault

*INRIA Paris-Rocquencourt & Laboratoire Jacques-Louis Lions UPMC, CNRS & INRIA, París*

1. Presentación general del problema. Modelización continua del crecimiento celular y tisular: proliferación de los tejidos sanos y cancerosos, ciclo celular, diferenciación celular y tisular.
2. Añadiendo blancos en los modelos para la representación del control del crecimiento. Puntos de vista molecular o funcional. Farmacocinética-farmacodinamia molecular o funcional.
3. Control terapéutico teórico y optimización teórica para los tratamientos medicamentosos del cáncer. Perspectivas en el laboratorio y en la clínica.

**Contacto:** jean.clairambault@inria.fr

**Web Site:** [http://www.rocq.inria.fr/bang/JC/Jean\\_Clairambault.html](http://www.rocq.inria.fr/bang/JC/Jean_Clairambault.html)

## Enseñanzas del modelo de *Aedes aegypti* y dengue.

Hernán G. Solari.

Con la ayuda de: Nicolás Schweigmann, Sylvia Fischer, Marcelo Otero, Paula Bergero, María Laura Fernández, Victoria Romeo Aznar, Mario Natiello y Alejandro Romero

*Departamento de Física e IFIBA-CONICET*

*Universidad de Buenos Aires.*

Cabe empezar por preguntarse: un curso sobre el modelo de *Aedes (Stegomyia) aegypti* y dengue, ¿qué puede aportar? Este curso busca transmitir los aprendizajes que tuvimos que realizar para generar el modelo, ponerlo a prueba, revisarlo, . . . pero llevados a una forma general, una forma con alguna posibilidad de ser usada en otros problemas semejantes. ¿Problemas semejantes? ¿Qué serían estos? ¿Otros procesos epidémicos de transmisión vectorial? ¿Otros problemas tomados de la problemática social? ¿Cualquier problema del conocimiento?

Dado que éste es un curso, no seguiremos el proceso de descubrimiento. Siguiendo éste proceso tuvimos que llegar a respondernos preguntas que los trabajadores de la ciencia no suelen hacerse con frecuencia: ¿en qué consiste conocer? ¿qué es en consecuencia la ciencia? ¿cuál es la metodología de las investigaciones cuyas preguntas son formuladas desde la sociedad en general y no están instituidas por la propia comunidad científica?

¿Por qué son complejos estos problemas? Este será el tema de la primer jornada. Una reflexión sobre las prácticas epistemológicas necesarias para la tarea.

Las segunda y tercer clase usarán el caso de *Aedes aegypti*-dengue como caso de estudio de lo propuesto en abstracto en la primer clase.

En la segunda jornada plantaremos el problema de dengue, los subsistemas en interacción, el conocimiento biológico, médico y social básico. El esbozo del modelo, las dificultades para formularlo, los primeros resultados y la contrastación con los datos: éxitos y fracasos.

En la tercer jornada miraremos a las preguntas emergentes del modelo, los experimentos realizados para responderlas, la re-formulación del modelo, las nuevas preguntas, los nuevos experimentos, etc.

Este curso no es sobre técnicas, no enseña a hacer, solo invita a pensar críticamente.

**Contacto:** solari@df.uba.ar

# Introduction to active soft-matter: modeling living matter and mimicking it.

Fernando Peruani.

*Université de Nice Sophia Antipolis, Nice, France*

What is active soft-matter? Active soft-matter is a novel area of research at the interface between biology, mathematics, and soft-matter physics that is being developed to understand the physics behind non-equilibrium systems such as bacterial colonies, tissue formation, cancer growth, and more generally, embryogenesis. Active soft-matter has recently witnessed the emergence of a promising new direction: the design and construction of biomimetic, active materials, which are essentially ensembles of artificial active particles. The term 'active' refers to the ability of the particles to convert energy into work, typically to self-propelled in a dissipative medium. Think for instance of a bacterium such as *Escherichia coli* that consumes ATP to rotate the flagella in order to swim in a viscous liquid. In this introductory course, we will focus on ensembles (suspensions) of idealized active particles and on their macroscopic properties. In the first course, we will define active soft-matter and understand why active matter systems are intrinsically non-equilibrium systems. Initially, we will focus on non-interacting active particle systems and on the lack of conserved quantities. In the second course, we will review interacting active particle systems, especially velocity-velocity alignment mechanisms and their symmetries. We will also address the various mechanisms that lead to spontaneous self-segregation in the context of active particles. In the third and last course, we will see how active soft-matter can help to elucidate a specific biological example: the spatial self-organization of myxobacteria. We will put forward the idea that bacteria can be thought as a non-equilibrium system of self-propelled rods.

**Contact:**peruani@unice.fr

# **Exposiciones orales**



---

## Lunes 4

10:00h  
Plenaria

### **A la restauración ecológica ¿le hace falta BIOMAT?**

Daniel Renison

*Instituto de Investigaciones Biológicas y Tecnológicas, Centro de Ecología y Recursos Naturales Renovables (IIByT - CERNAR - CONICET - Universidad Nacional de Córdoba)*

El planeta tierra ya tiene unos 7 000 millones de personas y se estima que la población mundial estabilizará en unos 11 000 millones lo cual será sostenible únicamente si, entre otras cosas, una buena proporción de la población consume (derrocha) menos y si restauramos la productividad de extensas superficies que han sido degradadas. La restauración ecológica es una actividad deliberada que inicia o acelera la recuperación de un ecosistema con respecto a su salud, integridad y sustentabilidad. Ejemplos de proyectos de restauración ecológica en la provincia de Córdoba son la reforestación y reintroducción de guanacos en las Sierras Grandes con el fin de reducir la pérdida de suelos, y la implementación de un área con vegetación nativa en las márgenes del río en la localidad serrana de Cuesta Blanca con la finalidad de filtrar de forma natural el agua de lluvia antes de que entre al río. En los predios de la Universidad de Córdoba se implementa el proyecto “el bosque nativo vuelve a Ciudad Universitaria” que pretende dar un ejemplo de cómo se podría reducir las tormentas de tierra que se generan en el parque Universitario a bajo costo, y en la Reserva Vaquerías se implementará un programa de control de especies exóticas que tiene la finalidad de aumentar el espacio disponible para la biota nativa y regularizar el balance hídrico. En principio los científicos podemos generar información importante para asistir a la restauración ecológica pero en general no estamos muy al tanto de las necesidades concretas de investigación, ni las personas que ejecutan proyectos de restauración están muy al tanto de cuales pueden ser nuestros aportes. En mi grupo de trabajo algunos participamos de forma voluntaria en actividades concretas de restauración lo que además de brindarnos satisfacciones nos da la oportunidad de conocer cuales son las necesidades de investigación que luego intentamos cubrir. En la presente ponencia daré ejemplos de cómo en algunas investigaciones a nosotros los BIO nos hubiera venido bien los MAT y consideraciones de porqué no recurrimos a dicha interacción.

**Contacto:** drenison@conicet.gov.ar

11:30h  
Curso

### **Enseñanzas del modelo de *Aedes aegypti* y dengue. Clase 1**

Hernán G. Solari

14:30h  
Curso

### **Introduction to active soft-matter: modeling living matter and mimicking it. Clase 1**

Fernando Peruani

16:00h  
Plenaria

## **Modelos en biología de poblaciones: usos, abusos y aplicaciones**

Juan Pablo Aparicio

*Instituto de Investigación en Energías no Convencionales UNSa, Salta.*

En esta charla discutiré algunos usos y abusos de modelos matemáticos y computacionales de sistemas biológicos y de procesos epidémicos en particular. Se presentarán ejemplos y se discutirán tanto las hipótesis explícitas como las implícitas en la formulación de los modelos. Se discutirán las limitaciones de los resultados y de las conclusiones obtenidas. Luego mostraré algunas aplicaciones y trabajos en curso para el caso de enfermedades tropicales en el norte de salta.

**Contacto:** juan.p.aparicio@gmail.com

17:00h  
Charlas Cortas - Sesión 1

Matemática

## **Aproximación de una red scale-free por $2n$**

María Rafo

*INENCO, Unsa-CONICET, Salta .*

La estructura de la red de contactos juega un papel fundamental en la dinámica de infección en una población. Una red es un conjunto de nodos conectados entre sí. El número de conexiones de un dado nodo se conoce como su grado. Las redes Scale-Free siguen una distribución de grado potencial (Barabasi and Albert, 1999; Li et al. 2005). Como veremos en este trabajo, el problema consiste en considerar redes Scale-Free y en vez de dividir la distribución de grado en  $n$ , aproximaremos la red dividiendo la distribución de grado en dos, este proceso lo llamaremos  $2n$ .

**Contacto:** maria\_rafo@hotmail.com

**Colaboradores:** Aparicio, J. (INENCO, Unsa-CONICET)

Matemática

## **Un modelo matemático para la dinámica de multitudes**

Damián Knopoff

*FaMAF (UNC) - CIEM (CONICET), Córdoba*

En esta charla se presenta un enfoque basado en la teoría cinética para el modelado de la dinámica y la evacuación de multitudes con el objetivo de mostrar cómo la dinámica en la escala micro se transfiere a comportamientos colectivos. La dinámica temporal y espacial de la función de distribución sobre el estado microscópico de los peatones, que incluye variables de posición, velocidad y actividad, se estudia mediante el enfoque de la teoría cinética de las partículas activas. En particular, nuestro modelo tiene en cuenta las características de complejidad de las multitudes de peatones, que están relacionados con la capacidad de los individuos para

desarrollar una estrategia. Se realiza un análisis cualitativo del problema de valores iniciales y se muestran algunas simulaciones numéricas.

**Referencias:**

[1] J.P. AGNELLI, F. COLASUONNO, D. KNOPOFF A kinetic theory approach to the dynamics of crowd evacuation from bounded domains, *Math. Models Methods Appl. Sci.*, to appear.

[2] N. BELLOMO, A. BELLOUQUID, D. KNOPOFF From the Micro-scale to Collective Crowd Dynamics, *Multiscale Model. Sim.*, 11 (3), (2013), 943–963.

**Contacto:** knopoff@famaf.unc.edu.ar

**Colaboradores:** Agnelli, Juan Pablo (CIEM - CONICET); Colasuonno, Francesca (Politecnico di Torino, Italia)

Biología

## **Ecology and evolution of mutualisms: an experimental and modelling approach to the legume-rhizobium interaction**

Diana Marco

*CONICET, Córdoba.*

Mutualistic interactions pose challenging ecological and evolutionary problems. Their origin and persistence in nature is difficult to explain since the existence of exploitative, 'cheating' partners that could erode the interaction is common. By analogy with the proposed policing strategy stabilizing intraspecific cooperation, host sanctions against non N<sub>2</sub> fixing, cheating symbionts have been proposed as a force stabilizing mutualism in legume-Rhizobium symbiosis. Penalizations would include decreased nodular rhizobial viability and/or early nodule senescence in nodules occupied by cheating rhizobia.

I analyze the ecological and evolutionary stability of Rhizobium-legume symbiosis when cheating strains are present, using a combination of experiments and modelling. Split-root experiments with soybean plants inoculated with two rhizobial strains, a cooperative, normal N<sub>2</sub> fixing strain and an isogenic non-fixing, 'perfect' cheating mutant derivative that lacks nitrogenase activity but has the same nodulation abilities inoculated to split-root plants were performed. Based on these experiments, a population dynamic model with and without the inclusion of plant host sanctions was developed.

No experimental evidence of functioning plant host sanctions to cheater rhizobia based on nodular rhizobia viability and nodule senescence and maturity molecular markers was found. Plant populations persist in spite of the presence of cheating rhizobia without the need of incorporating any sanction against the cheater populations in the model, under the realistic assumption that plants can at least get some amount of fixed N<sub>2</sub> from the effectively mutualistic rhizobia occupying some nodules. Inclusion of plant sanctions merely reduces the time needed for reaching plant population equilibrium and leads to the unrealistic effect of ultimate extinction of cheater strains in soil. Simulation results are in agreement with increasing experimental evidence and theoretical work showing that mutualisms can persist or even improve in presence of cheating partners.

**Contacto:** dianaemarco@gmail.com

17:00h

Charlas Cortas - Sesión 2

Ingeniería

## **Modelo de miasis aviar producida por *Philornis* sp a diferentes poblaciones de aves silvestres**

Leonardo López

*UNL, San Benito.*

El género *Philornis* se compone de un conjunto de parásitos de distribución neo tropical los cuales, durante su etapa larval, afectan a las nidadas de aves silvestres durante las primeras etapas de su desarrollo en un proceso que se conoce como miasis aviar. Este trabajo brinda un análisis de datos reales correspondientes a las nidadas de varias comunidades de aves silvestres situada en un área de reserva natural que se extienden 30ha en la provincia de Santa Fe, Argentina. A partir de los datos recolectados se pudieron construir dos modelos que reproducen la dinámica resultante de la relación huésped-parásito entre ambas poblaciones.

**Contacto:** l.lopez@conicet.gov.ar

Biomatemática

## **Análisis del control de la transmisión de dengue en un modelo de redes complejas**

Thomas Nogueira Vilches

*IBB-UNESP, Botucatu.*

En este trabajo proponemos un modelo de transmisión de dengue a través de una red compleja, la cual está compuesta por diez mil nodos ( $N$ ), cada uno de ellos con cien vecinos ( $k$ ), tomando en cuenta una red regular. Estas variables respetan las desigualdades  $N \gg k \gg \ln(N) \gg 1$ , lo que garantizan que la probabilidad de nodos aislados sea próxima a cero.

Basados en un modelo de ecuaciones diferenciales ordinarias presentado por Esteva & Vargas en 2003, consideramos una población humana dividida en susceptibles, infectados y recuperados y una población de mosquitos dividida en susceptibles e infectados.

Con la intención de adaptar el sistema continuo a la dinámica en la red, proponemos un cambio en las ecuaciones diferenciales: suponemos que la población de mosquitos tiene una dinámica más rápida y por lo tanto ya esta en equilibrio. De esta manera es posible quitar la dependencia del sistema con esta población.

Realizamos el análisis numéricos de la dinámica temporal y agregamos los efectos de la estacionalidad y del control (este último representado por una probabilidad de quiebre de conexiones entre nodos), para así, sacar conclusiones acerca del mejor período para llevar a cabo el control.

**Contacto:** thomas\_vilches@ibb.unesp.br

---

Física

## **Estudio de la dinámica de cadenas lineales por medio de un modelo discreto de reptación. De la electroforesis de ADN a la viscosidad de macromoléculas sintéticas**

Guillermo Terranova

*Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata-IFIMAR (CONICET), Mar del Plata .*

En esta breve charla se presentan algunos de los resultados obtenidos en los últimos años del estudio de la dinámica de reptación de cadenas lineales utilizando un modelo discreto muy simple denominado "modelo del collar". En las simulaciones computacionales llevadas a cabo para realizar los cálculos se utiliza el método de Monte Carlo. Principalmente se estudió la dependencia del coeficiente de difusión del centro de masa de las cadenas con el peso molecular de las cadenas. El modelo permite analizar las deformaciones internas de las cadenas. Se estudió el problema en una y en dos dimensiones y, en algunos casos, se obtuvieron expresiones analíticas que están muy de acuerdo con los resultados numéricos. Los resultados obtenidos por medio de simulaciones también están de acuerdo cualitativamente con los datos experimentales publicados en la bibliografía. Para finalizar, se mencionará el tema que se está comenzando a estudiar actualmente con el modelo del collar.

**Contacto:** [elterra.com@gmail.com](mailto:elterra.com@gmail.com)

**Colaboradores:** Martín, Héctor (Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata-IFIMAR ); Aldao, Celso (Instituto de Investigaciones en Ciencia y Tecnología de Materiales (INTEMA), Universidad Nacional de Mar del Plata-CONICET)

## Martes 5

9:00h  
Curso

### **Modelos matemáticos continuos de dinámica de poblaciones tisulares y optimización terapéutica aplicada al cáncer. Clase 1**

Jean Clairambault

10:00h  
Semiplenaria

### **Utilization of extracellular information before equilibrium receptor binding expands and shifts the input dynamic range**

Alejandra Ventura

*Instituto de Fisiología, Biología Molecular y Neurociencias (UBA-CONICET)*

Cell signaling systems sense and respond to ligands that bind cell surface receptors. These systems often respond to changes in the concentration of extracellular ligand that occur more rapidly than the ligand equilibrates with its receptor. We demonstrate, by modeling and experiment, a general, "systems level" mechanism cells use to take advantage of the information present in the early signal, before receptor binding reaches a new steady state. This mechanism, PRESS, for PRe Equilibrium Sensing and Signaling, operates in signaling systems in which the kinetics of ligand receptor binding are slower than the downstream signaling steps, and typically involves transient activation of a downstream step. In systems where it operates, PRESS expands and shifts the input dynamic range, allowing cells to make different responses to ligand concentrations so high as to be otherwise indistinguishable. Specifically, we show that PRESS applies to the yeast directional polarization in response to pheromone gradients. Consideration of pre-existing kinetic data for receptor ligand interactions suggests that PRESS operates in many cell signaling systems throughout biology. The same mechanism may also operate at other levels in signaling systems in which a slow activation step couples to a faster downstream step.

**Contacto:** [alejvent@fbmc.fcen.uba.ar](mailto:alejvent@fbmc.fcen.uba.ar)

11:00 hs  
Semiplenaria

### **Simple tumour growth models with treatments**

Paulo de Arruda Mancera

*UNESP, Botucatu, Brasil*

We consider mathematical models of ordinary differential equations to analyze chemotherapeutic schedules and the effects of immune system response. The first model simulates the administration of a chemotherapeutic acting on normal, tumour and vascular endothelial cells. Such a model considers the effect of angiogenesis on the carrying capacity of tumour cells. The second model extends the first one, including a new equation to represent the immune system

response. The results for the former model include comparison between conventional protocol of chemotherapy and metronomic chemotherapy; for the latter, the effects of the immune cells and the drug therapies interactions.

**References:**

1) L. G. de Pillis, W. Gu, K. R. Fister, T. Head, K. Maples, A. Murugan, T. Neal, K. Yoshida, Chemotherapy for tumors: an analysis of the dynamics and a study of quadratic and linear optimal controls. *Math Biosc*, 209, 292–315, 2007.

2) D. S. Rodrigues, P. F. A. Mancera, S. T. R. Pinho, Assessing the antiangiogenic effect of metronomic chemotherapy through a simple mathematical model. Preprint, 2014.

**Contacto:** pmancera@ibb.unesp.br

**Colaboradores:** Diego S. Rodrigues (ICMC, USP), Nilo A. Martin (Braille Biomédica), Gustavo Cruz-Pacheco (IIMAS, UNAM)

11:30h

Curso

## **Enseñanzas del modelo de *Aedes aegypti* y dengue. Clase 2**

Hernán G. Solari

## Miércoles 6

9:00h  
Curso

### **Modelos matemáticos continuos de dinámica de poblaciones tisulares y optimización terapéutica aplicada al cáncer. Clase 2**

Jean Clairambault

10:00h  
Semiplenaria

### **La manipulación de los paisajes agrícolas para el control de poblaciones de insectos-plaga**

Claudia Ferreira

*UNESP, Botucatu, Brasil*

Una cuestión importante en el tema de ecología del paisaje es la influencia de la estructura del paisaje en la dispersión y persistencia de las poblaciones, en la interacción entre las especies y otras funciones ecológicas importantes, ya que este conocimiento es esencial en el desarrollo de estrategias para la conservación de especies o control plagas. Es fácil imaginar que este tipo de cuestionamiento surge en el contexto de agroecosistema, en que la cantidad de tierra cubierta por paisajes agrícolas, esencialmente homogéneos, es grande, lo que permite un gran número de insectos herbívoros puede actuar como plagas. Por otra parte, el papel de la estructura del paisaje en la ecología de las poblaciones de las plagas también puede influenciar la implementación de estrategias para la gestión de la resistencia de la planta huésped y resistencia de los insectos a los insecticidas.

Aunque el estudio de la ecología nutricional de los insectos con el foco en el desarrollo, la supervivencia, la fecundidad de las hembras y la preferencia de los alimentos en los diferentes estadios es bastante avanzada, cuestiones de como la disponibilidad de nutrientes y el flujo de nutrientes influyen en el comportamiento migratorio de los insectos es todavía poco explorado.

En el caso del insecto *Diabrotica speciosa*, los diferentes estadios de la plaga explotan diferentes plantas hospederas. Mientras que el mejor crecimiento y supervivencia de las larvas se obtienen en el maíz, la supervivencia y la reproducción de los adultos son más eficientes cuando el adulto se alimenta del follaje del cultivos de frijol y soya. La busca de herramientas que integran esta estrategia de desarrollo, en los que la población está fuertemente afectada por el recurso disponible en diferentes agroecosistemas es muy deseada, ya que permite bosquejar estrategias para el control de estos insectos a través de la manipulación de los paisajes agrícolas.

En esta conferencia vamos discutir el efecto de la estructura del paisaje sobre el insecto-plaga *Diabrotica speciosa*. Para este fin, formulamos un modelo de autómatas celulares estocástico, con dos niveles de población, una para la etapa inmadura del insecto y la otra para la edad adulta. Los dos niveles interactúan debido a la oviposición y emergencia de adultos. Además, en cada sitio del reticulado se considera un tipo específico de huésped (cultivo), que afecta de manera diferente las tasas de supervivencia, el desarrollo y la fecundidad. Se presenta un modelo de campo medio a partir del cual se obtuvieron umbrales para la invasión de plagas en el cultivo. Los parámetros biológicos del insecto medidos en experimentos de laboratorio para los cultivos de maíz, soja, frijoles y papas, permitieron agrupar los cultivos más similares. Diferentes configuraciones espaciales fueron estudiadas con lo de autómatas. Se obtuvo que el maíz fue el

cultivo que mas freno la expansión de la plaga y que debe ser utilizada al redor de la area cultivada.

**Contacto:** pio@ibb.unesp.br

11:00 hs  
Semiplenaria

### **En\_red\_ando: el desafío de explicar el mantenimiento de arbovirus generalistas**

Adrián Díaz

*IIByT, Córdoba*

El término arbovirus agrupa a diversos virus que comparten una característica biológica común, la de ser transmitidos por artrópodos. Estos virus representan las principales causas de enfermedades emergentes y re-emergentes actuales a nivel global y regional ilustrados por los virus Chikungunya (CHK), Dengue (DEN), Fiebre Amarilla (FA) y West Nile (WN). Tanto Argentina como Brasil experimentan la re-emergencia del virus St. Louis encephalitis y emergencia del virus WN. Estos dos flavivirus, antigénicamente relacionados comparten requerimientos ecológicos similares cuando coexisten en un mismo lugar y tiempo. En esta exposición se expondrán los conceptos básicos de mantenimiento y transmisión de los arbovirus, los desafíos para poder explicar su comportamiento y una propuesta para transformar el viejo paradigma de ciclo de transmisión por una visión integradora desde la perspectiva de redes de interacción.

**Contacto:** adrian.diaz@conicet.gov.ar

11:30h  
Curso

### **Enseñanzas del modelo de *Aedes aegypti* y dengue. Clase 3**

Hernán G. Solari

14:30h  
Curso

### **Introduction to active soft-matter: modeling living matter and mimicking it. Clase 2**

Fernando Peruani

16:00h  
Plenaria

## **Multiscale modeling of carcinogenesis: deconvoluting the cancer complexity.**

Marcelo L. Martins

*Departamento de Física, Universidade Federal de Viçosa, MG, Brasil.*

The tumor growth is intrinsically multiscale in nature. It involves phenomena occurring over a variety of spatial scales ranging from tissue (for instance, invasion and angiogenesis) to molecular length scales (for example, mutations and gene silencing), while the timescales vary from seconds for signaling to years for tumor doubling times. Moreover, all those processes are strongly coupled. Thus information flows not only from the finer to coarser scales, but between any pair of scales. A promising modeling framework to deconvolute the complexity involved in cancer progression is the use of multiscale approaches. Here, we present a multiscale agent-based model for carcinogenesis. It takes explicitly into account the macroscopic diffusion equations for nutrients, oxygen, signaling factors and drugs; stochastic rules for the actions of individual cells and viruses; and a Boolean network model integrating the main signalling pathways involved in cancer. Also, we review a series of theoretical findings derived from this model for anti-cancer therapies emphasizing how those major insights can shed light on the design of viral vectors, conjugate nanoparticles or new protocols with neat potential impacts on the clinical practice.

**Contacto:** mmartins@ufv.br

**En colaboración con:** Herman F. Fumiã.

17:00h  
Semiplenaria

## **Resurgencia de la tos convulsa: Efecto de cambios en la efectividad de la vacuna en el tiempo y en las tasas de transmisión de la enfermedad**

Paula Begero

*INIFTA, La Plata*

La tos convulsa o pertussis es una enfermedad respiratoria que se describe como endémica, con brotes epidémicos cada 3-5 años. En las últimas dos décadas la incidencia de la enfermedad ha aumentado en diferentes países, aún en aquellos con altas coberturas de vacunación, como Argentina. Entre las posibles causas de esta resurgencia, en la literatura se mencionan entre otras: la disminución en la efectividad de la vacuna a lo largo del tiempo -especialmente cuando se reemplazan para las dosis primarias y refuerzos las vacunas de célula completa por vacunas acelulares- y por otro lado, la adaptación del patógeno a la inmunidad conferida por las vacunas. La contribución de cada una de estas causas no es evidente, e incluso no necesariamente resulta igual en comunidades diferentes, pudiendo conducir a comportamientos epidemiológicos diversos. De hecho, se han reportado diferencias entre regiones de un mismo país respecto de la magnitud y dinámica de los brotes de pertussis, así como la distribución de casos notificados por edad. En este trabajo usamos un modelo matemático determinista, compartimental y estructurado por edades[1] para evaluar el impacto de las causas mencionadas sobre la transmisión de pertussis. Cuando analizamos el impacto de la disminución en la efectividad de la vacuna, se

observa un aumento sostenido en la incidencia, principalmente en los lactantes y niños. Por otro lado, cuando introducimos cambios en la tasa efectiva de transmisión, se evidencia un efecto dinámico, caracterizado por la presencia de picos pronunciados seguido de valles profundos, y con un aumento de casos en adolescentes[2]. El modelo predice así que cada una de las posibles causas de la resurgencia de la enfermedad conduce a un perfil temporal y etario diferencial. Los resultados alcanzados se han verificado en distintas situaciones epidemiológicas, mostrando la robustez de los mismos. Respecto de la comparación con datos notificados a los sistemas de salud, hemos observado que los dos tipos de perfiles generados por el modelo se parecen a perfiles descritos en varias regiones. Discutimos en este trabajo las posibles implicaciones de estas correlaciones y su potencial valor predictivo.

#### **Referencias:**

[1] Modelling pertussis transmission to evaluate the effectiveness of an adolescent booster in Argentina. G. Fabricius, P. Bergero, M. Ormazabal, A. Maltz, G.Hozbor. *Epidemiology & Infection*, 2013; 141(4):718-734.

[2] Modelling the effect of changes in vaccine effectiveness and transmission contact rates on pertussis epidemiology. P. Pesco, P. Bergero, G. Gabricius, D. Hozbor. *Epidemics*, 2014; 7:13-21

**Contacto:** paula\_b@inifta.unlp.edu.ar

**En colaboración con:** P.Pesco, G.Fabricius, D. Hozbor.

18:00h

Charlas Cortas - Sesión 1

Física

## **Modelado y evaluación de estrategias de vacunación para el control de pertussis**

Pablo Pesco

*INIFTA, UNLP, La Plata.*

La tos convulsa o pertussis es una enfermedad respiratoria inmunoprevenible que ha resurgido en las últimas décadas. La mayor morbi-mortalidad se registra en los lactantes aunque también se detectan casos en adolescentes y adultos. La situación epidemiológica de la enfermedad ha obligado a revisar e implementar nuevas estrategias para mejorar su control. Incluso desde 2012 en nuestro país se ha sumado a las dosis de vacunación obligatorias un refuerzo a los 11 años de edad para evitar la enfermedad y ante la posibilidad de que pudieran transmitir la enfermedad al grupo de riesgo. Muchas de estas estrategias son de difícil evaluación. En este contexto los modelos matemáticos de transmisión de enfermedades infecciosas resultan herramientas útiles en la toma de decisiones. En nuestro grupo venimos desarrollando, a través de un trabajo de construcción interdisciplinaria, un modelo matemático para estudiar la transmisión de pertussis. A partir de un modelo compartimental determinista estratificado en edades [1] hemos realizado modificaciones al modelo que permiten diferenciar poblaciones con distintos números de dosis aplicadas. Las modificaciones introducidas nos han permitido evaluar el efecto que tiene en la transmisión de la enfermedad un retraso en la aplicación de las diferentes dosis respecto a las fechas que indica el calendario [2]. En la charla discutiré, a partir de predicciones del modelo, el impacto esperable de distintas medidas de control que se han

aplicado recientemente en nuestro país y cómo puede utilizarse la información epidemiológica local para sugerir otras medidas de control que sean particularmente efectivas sobre el grupo de riesgo (0-1 año).

**Contacto:** pablopesco@gmail.com

**Colaboradores:** Bergero, P. (INIFTA); Fabricius, G. (INIFTA); Hozbor, D. (Laboratorio Vac-Sal, IBBM, UNLP)

Matemática

## **Eigen quasispecies in a periodically changing environment: a novel analysis**

Armando Neves

*UFMG, Belo Horizonte.*

The Eigen quasispecies model in a periodically moving sharp-peak landscape considered in previous seminal works [M. Nilsson, N. Snoad, Phys. Rev. Lett. 84, 191 (2000)] and [C. Ronnewinkel, C. O. Wilke, and T. Martinetz, in Theoretical Aspects of Evolutionary Computing (2001)] is analyzed in greater detail. We show here, through a more rigorous analysis, that results in those papers are qualitatively correct. In particular, we obtain a phase diagram for the existence of a quasispecies with the same shape as in the paper by Ronnewinkel et al. with upper and lower thresholds for the mutation rate between which a quasispecies may survive. A difference is that the upper value is larger and the lower value is smaller than the previously reported ones, so that the range for quasispecies existence is always larger than thought before. The new quantitative information provided might also be important in understanding genetical variability in virus populations and has possible applications in antiviral therapies. The results in the quoted papers were obtained by studying the populations only at some few genomes. As we will show, this amounts to diagonalizing a  $3 \times 3$  matrix. Our work is based instead in a different division of the population allowing a finer control of the populations at various relevant genetic sequences. Existence of a quasispecies will be related to Perron-Frobenius eigenvalues. Although huge matrices may seem necessary at a first look, we show such large sizes are not necessary and obtain numerical and analytical results for their eigenvalues.

**Contacto:** armandogmneves@gmail.com

Matemática

## **Un modelo microscópico estocástico para la dinámica de la variación antigénica**

Gustavo Guerberoff

*Instituto de Matemática y Estadística "Prof. Ing. Rafael Laguardia", Facultad de Ingeniería, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay.*

Presentamos un modelo que describe la evolución dinámica, en un hospedero, de una población de parásitos sujetos a variación antigénica. Este enfoque usa un proceso de ramificación multi-tipo con dos tipos de entidades definidas de acuerdo a su relación con el sistema inmune: clanes de células parasitarias resistentes (es decir, grupos de células compartiendo el mismo antígeno aún no reconocido por el sistema inmune) que pueden volverse sensibles, y células individuales sensibles que pueden adquirir una variante resistente dando lugar a la emergencia de

---

un nuevo clan. La simplicidad del modelo permite obtener algunos resultados analíticos como las regiones subcríticas y supercríticas en el espacio de parámetros. Incorporando un mecanismo dependiente de la densidad el modelo captura comportamientos relevantes observados en datos experimentales, como las características ondas de parasitemia.

**Contacto:** gguerber@gmail.com

**Colaboradores:** Fernando Alvarez-Valin (Facultad de Ciencias, UDELAR)

18:00h

Charlas Cortas - Sesión 2

Epidemiología

## **Identification of risk factors associated with the development of adverse reactions to chemotherapy for breast cancer through longitudinal models.**

Paula Daniela Polessa

*UFRJ, Río de Janeiro, Brasil.*

Fatigue, myalgia, arthralgia, mucositis, abdominal pain and diarrhea are some reactions commonly reported by women undergoing chemotherapy FAC-D for breast cancer. The severity with which the reaction is diagnosed is related to the characteristics and history of each patient. Identify risk profiles for the severity of reactions allows to optimize the effect of treatment through individualized therapeutic. In this study, we discuss the evolution of these symptoms over the cycles of adjuvant chemotherapy FAC-D and identified some factors associated with each of these reactions. Analyses were performed in a prospective cohort of 166 women with surgical treatment with curative intent, who were followed at the end of each cycle through interviews. Through the longitudinal study identified as risk factors to those aged 55 years and employment at the time of treatment were risk factors for myalgia and artalgia respectively. IMC greater than 30 and marital status with a partner were protective factors for the occurrence of abdominal pain and mucositis, respectively. Model results suggest a more specific follow-up for women over 55 years and with employment at the time of treatment. The presence of polymorphisms CYP2B62, ABCB11 and ABCB13, identified as risk factors in stage Docetaxel also indicate the need to conduct specific therapies to prevent the worsening of muscle and gastrointestinal reactions.

**Contacto:** daniela@peb.ufrj.br

Física

## **Difusión Anómala: Dinámica de una partícula libre manejada por un ruido de Mittag-Leffler.**

Gabriel Hernán Paissan

*CAB, Bariloche .*

El fenómeno de la difusión es uno de los mecanismos fundamentales para el transporte de materia en sistemas físicos, químicos y biológicos. El ejemplo más conocido es el movimiento browniano. Los procesos de difusión se clasifican de acuerdo al desplazamiento cuadrático medio. Cuando éste crece linealmente con el tiempo la difusión se denomina normal. En

otras situaciones se dice que los procesos exhiben difusión anómala. Este comportamiento no lineal ha sido observado en varios tipos de sistemas tales como movimientos citoplasmáticos de bacterias, fluctuaciones conformacionales dentro de moléculas de proteínas, intermitencia de fluorescencia en enzimas. Estos procesos pueden ser descritos a través de la ecuación generalizada de Langevin (GLE). Una de las particularidades más relevantes de la GLE es la introducción de efectos de memoria asociados en general a los procesos de fricción y la presencia de un medio viscoelástico. En este trabajo estudiamos la dinámica de una partícula libre sometida a los efectos de memoria incorporados por un ruido de Mittag-Leffler. Las propiedades matemáticas con mayor sentido físico de este ruido, recientemente introducido, ofrecen una descripción teórica más general y predice la existencia de comportamientos dinámicos transitorios no descriptos por otros modelos. En este estudio mostramos a través de un observable: la función de autocorrelación de la velocidad, el diagrama de fases y exponentes críticos que marcan la transición en el rango superdifusivo de los diferentes comportamientos dinámicos de una partícula libre manejada por un ruido de Mittag-Leffler.

**Contacto:** paissan@cab.cnea.gov.ar

Física

## **Modelado del transporte intracelular en presencia de una proteína asociada al microtúbulo**

Javier Sparacino

*FaMAF-UNC, IFEG-CONICET, Córdoba.*

El transporte intracelular mediado por motores moleculares es crucial para el funcionamiento de las células eucariotas. Este transporte se realiza a lo largo de los filamentos que las células poseen. Los motores moleculares de la familia kinesina se desplazan a lo largo de un tipo especial de filamentos llamados microtúbulos, que están abundantemente decorados de proteínas no-móviles. Estas proteínas asociadas al microtúbulo interactúan con los motores moleculares. En esta charla se presentará un modelo estocástico que describe la dinámica de los motores moleculares KIF1A en presencia de la proteína asociada al microtúbulo tau. Nuestro modelo reproduce observaciones experimentales y predice efectos significativos de tau en los tiempos de ligadura y las longitudes de corrida de KIF1A lo que sugiere un rol importante de tau en la regulación del transporte basado en la kinesina.

**Contacto:** javiersparacino@gmail.com

**Colaboradores:** M.G. Farías (INIMEC-CONICET, FoNCyT, Córdoba); P.W. Lamberti (FaMAF-UNC, CONICET, Córdoba)

---

## Jueves 7

9:30h  
Curso

### **Modelos matemáticos continuos de dinámica de poblaciones tisulares y optimización terapéutica aplicada al cáncer. Clase 3**

Jean Clairambault

11:00h  
Semiplenaria

### **Destino celular en el intestino de *Drosophila*: aprendiendo de experimentos y modelos matemáticos.**

Nara Guisoni

*IFLYSIB, La Plata*

La *Drosophila melanogaster* (mosca de la fruta) es considerada un organismo modelo en biología y su estudio ha permitido algunos avances importantes en la comprensión de las células madre. Hay evidencias de que las células madre del intestino de *Drosophila*, que tiene muchos aspectos similares con el intestino de mamíferos, se replican en forma simétrica, generando dos células iguales. En este escenario, la subsecuente decisión del destino de las dos células hijas, que se pueden diferenciar o mantenerse como célula madre, sería definida por la inhibición mutua entre las células hijas a través de la vía de señalización de Notch. En el presente trabajo analizamos la distribución experimental de perfiles de destinos para pares de células hijas en el intestino de *Drosophila* y encontramos que algunas veces las dos células eligen el mismo destino, ya sea diferenciarse o mantener la identidad de célula madre. Tal observación es bastante sorprendente, ya que usualmente se espera que la inhibición mutua entre células (“inhibición lateral”) genere destinos heterogéneos. El resultado experimental nos llevó a proponer una ampliación del modelo generalmente usado para la inhibición lateral del sistema Notch-Delta, contemplando así los datos observados experimentalmente. Finalmente, volvemos a los experimentos para contrastar la hipótesis teórica de que existe correlación entre el destino celular y el área de contacto entre las células.

**Contacto:** naraguisoni@gmail.com

11:30 hs  
Plenaria

### **Combining evolutionary games with network formation explains emergence of cooperation in biology**

Chiara Mocenni

*Department of Information Engineering and Mathematics, University of Siena.*

The talk discusses some systems biology applications of evolutionary game dynamics on networked populations. We propose to extend the replicator-game equation to describe the dynamics of a finite set of players organized in a network of connections (graph). In our approach

the players are located at the vertices of the graph and are modeled as subpopulations of a multipopulation game. This framework allows us to obtain a system of equations describing the strategic interactions of a finite set of individuals organized in a network, without any restrictive assumptions on game payoff matrices and on the adjacency matrix of the graph. The obtained system of equations may explain one pivotal question in evolutionary biology, that is the emergence of cooperative traits and their sustainment in altered environments or in the presence of free-riders. Indeed, evolutionary game theory is the natural framework to model cell-cell interactions arising from evolutive decisions and may help to understand how cooperation can emerge and be maintained without abilities like memory or recognition. Specifically, the mathematical model explains the formation of a network leading individuals to efficiently exchange energy and matter and thus ensuring their survival in hostile environments. The obtained results are also analyzed by means of extended simulations. Theoretical extensions and further biological applications of the model are discussed. The work has been developed in collaboration with D. Madeo.

**Contacto:** mocenni@dii.unisi.it

**En colaboración con:** D. Madeo.

14:30h

Curso

## **Introduction to active soft-matter: modeling living matter and mimicking it. Clase 3**

Fernando Peruani

16:00h

Charlas Cortas - Sesión 1

Matemática

## **Existencia de Solución T-Periódica para un Sistema tipo Nicholson con términos no lineales de recolección.**

Alberto Fernando Déboli

*FCEyN - UBA, Buenos Aires.*

El modelo generalizado de Nicholson

$$x'(t) = -\delta(t)x(t) + \sum_{k=1}^m p_k(t)x(t - \tau_k(t))e^{-x(t-\tau_k(t))} \quad (1)$$

con  $\delta_k, p_k, \tau_k \in C(\mathbb{R}, [0, +\infty))$  y  $T$ -periódicas para  $k = 1, 2, \dots, m$  describe la dinámica poblacional de ciertos insectos. Se ha probado [B] que (1) tiene al menos una solución  $T$ -periódica positiva asumiendo que

$$\delta(t) < \sum_{k=1}^m p_k(t) \quad \text{para todo } t \in \mathbb{R}.$$

Asimismo Long F. y Yang M. [LY] han considerado el modelo original ( $m = 1$ ) con un término de recolección lineal, conocido como harvesting, que depende del retardo estimado de la pobla-

ción y han dado condiciones suficientes para la existencia de al menos una solución  $T$ -periódica positiva.

En un artículo reciente [AD] hemos extendido esos resultados para el modelo generalizado de Nicholson pero con un término de recolección no lineal dependiente de uno de los retardos estimados de la población.

En este trabajo consideraremos alguna generalización del caso escalar; más precisamente, usando teoría del grado de coincidencia y bajo ciertas condiciones, probaremos la existencia de al menos una solución  $T$ -periódica para un sistema con varios retardos tipo Nicholson que involucra términos no lineales de recolección, esto es

$$\begin{cases} x_1'(t) = -\delta_1(t)x_1(t) + \beta_1(t)x_2(t) + p_1(t)f(x_{1,\tau_1}(t)) - H_1(t, x_1(t)) \\ x_2'(t) = -\delta_2(t)x_2(t) + \beta_2(t)x_1(t) + p_2(t)f(x_{2,\tau_2}(t)) - H_2(t, x_2(t)) \end{cases} \quad (2)$$

donde las funciones  $\delta_i, \beta_i, p_i, \tau_i \in C(\mathbb{R}, \mathbb{R}^+)$  son  $T$  periódicas,  $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ ,  $f(x) = xe^{-x}$ ,  $x_{i,\tau_i}(t) := x_i(t - \tau_i(t))$ , y  $H_i \in C(\mathbb{R} \times \mathbb{R}^+, \mathbb{R}^+)$   $T$  periódicas en la variable  $t$  para todo  $i = 1, 2$ .

#### Referencias:

[AD] Amster P., Déboli A. Existence of positive  $T$ -periodic solutions of a generalized Nicholson's blowflies model with a nonlinear harvesting term. Applied Mathematics Letter. Vol 25 Issue 9 Septiembre 2012 pg. 1203/ 1207.

[B] 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.

[LY] Long F., M. Yang. Positive Periodic Solutions of Delayed Nicholson's Blowflies Model with a Linear Harvesting Term. Electronic Journal of Qualitative Theory of Differential Equations (2011), 41, pp 1-11.

**Contacto:** adeboli@dm.uba.ar

**Otros autores:** Pablo Amster (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas)

Matemática

## Estimación de parámetros en un modelo de invasión de cáncer

Andrés Quiroga

FaMAF, UNC, Córdoba.

En este trabajo se presenta un método para estimar los parámetros desconocidos que caracterizan un modelo de invasión de cáncer, el cual describe la distribución espacial y la evolución temporal de la densidad del tejido sano, el crecimiento de tejido neoplásico y el exceso de concentración de iones  $H^+$ .

**Contacto:** aiquiroga@famaf.unc.edu.ar

16:00h

Charlas Cortas - Sesión 2

Matemática

## El modelo del ciclo de la testosterona analizado mediante Teoría de Grado Topológico

Carlos Héctor Daniel Alliera  
UBA , Buenos Aires .

En la presentación vamos a mostrar cómo resolver modelos con retroalimentación o *feedback*.

Estos modelos representan diversos mecanismos regulatorios presentes en la naturaleza donde la autoregulación es parte relevante de los mismos como en la fisiología celular por ejemplo.

El sistema que nos motiva (el ciclo de la hormona testosterona) es el siguiente:

$$\begin{aligned}\frac{dR}{dt} &= F(T(t - \tau)) - b_1(t)R(t), \\ \frac{dL}{dt} &= g_1(t)R(t - \tau) - b_2(t)L(t), \\ \frac{dT}{dt} &= g_2(t)L(t - \tau) - b_3(t)T(t)\end{aligned}\tag{1}$$

donde  $R$ ,  $L$  y  $T$  son las funciones periódicas soluciones del sistema (1) que nos proponemos analizar.

Todas dependen del tiempo  $t$ , el valor  $\tau > 0$  es un retardo (*delay*) temporal (que podemos suponer el mismo para todas las ecuaciones).

Donde  $F$  es una función decreciente y todas las funciones  $b_i, g_j$  son continuas, periódicas y positivas. Las constantes  $K_1 > 0, K_2 > 0$ .

Este modelo va a ser analizado con Teoría de Grado Topológico con la cual vamos a demostrar la existencia de una solución mediante el uso de homotopías.

### Referencias

- 1 Amster, Pablo, *Topological Methods in the Study of Boundary Value Problems*, Edit. Springer, Nueva York, 2014.
- 2 Murray, James, *Mathematical Biology: I. An Introduction, Third Edition*, Edit. Springer, 2002, EEUU.
- 3 Shigui Ruan y Junjie Wei, *On the zeros of a third degree exponential polynomial with applications to a delayed model for the control of testosterone secretion*, The Institute of Mathematics and its Applications, IMA Journal of Mathematics Applied in Medicine and Biology 41-52, 2001

**Contacto:** chdalliera@yahoo.com.ar

Física

## **Permutation entropy applied to the characterization of the clinical evolution of epileptic patients under pharmacological treatment**

Mateos, Diego

*FaMAF-UNC, Córdoba.*

Different techniques aroused in information theory and tools from linear and non linear system theory have been applied to the analysis of electrophysiological time series. Several clinically relevant results have emerged from the use of concepts such as entropy, chaos, complexity, stochasticity, etc. in the analysis of EEG and ECG records. In this work we develop a method for using the permutation entropy (PE) in the characterization of EEG records from patients along different stages in the treatment of chronic epileptic patients.

Our results allow quantifying clearly the evolution of the patients under pharmacological treatment, along certain lapse of time, and to contrast this evolution with those associated with control groups. **Colaboradores:** J. Diaz (Instituto de Neurociencias, Córdoba); P.W. Lamberti (FaMAF-UNC).

**Contacto:** [mateosdiego@gmail.com](mailto:mateosdiego@gmail.com)



# **Presentaciones murales**



## 1. Matemática

## Multiplicidad de soluciones positivas y periódicas para una generalización de la ecuación de Mackey-Glass

Balderrama, Rocío Celeste

*FCEN-UBA, Buenos Aires .*

En este trabajo analizamos la multiplicidad de soluciones positivas y T-periódicas para una generalización del modelo propuesto por Mackey y Glass en 1977 para la Leucemia Mielógena Crónica. Abordaremos dicho problema mediante teoría de grado y daremos ejemplos gráficos que ilustran nuestros resultados.

**Contacto:** rbalde@dm.uba.ar

## 2. Física

## Un zool en la compu: varias maneras de autorganizarse

Barberis, Lucas

*IFLYSIB, La Plata.*

Los sistemas de partículas autopropulsadas (SPP) son habitualmente utilizados para estudiar qué hace falta para que se junten bichos de diversa naturaleza que se mueven solos en estructuras más o menos organizadas. Lo habitual es programar una especie de video juego en el que cada bicho se mueve con rapidez constante y alinea su velocidad con el promedio de las velocidades de sus vecinos. También es muy frecuente que el rango de interacción de las mismas tenga simetría radial. En este trabajo mostramos algunas condiciones necesarias para obtener autorganización rompiendo el paradigma de alineación de la velocidad y la simetría de acción-reacción de la fuerza social. Es más, según el valor que tengan ciertos parámetros, es posible recorrer todo un zoológico de estructuras autoorganizadas. Mostramos el mapa de este jardín zoológico generado por las computadoras (también llamado diagrama de fases), y algunos resultados que apuntan a describir el sistema en forma teórica como para que haya física en un sentido más formal.

**Autores:** L. Barberis; F. Peruani (Universidad de Nice Sophia Antipolis, Niza, Francia)

**Contacto:** lbarberi@famaf.unc.edu.ar

## 3. Física

## Estudio teórico de las $\alpha$ - y $\beta$ -alaninas microsolvatadas

Benítez, Lucía

*UNC-FaMAF, Córdoba.*

El modelado de sistemas moleculares biológicos por medio de métodos electrónicos conlleva una alta complejidad y costo computacional debido principalmente a su gran tamaño. En éstos deben considerarse el efecto del ambiente así como también el rango de interacción entre sus componentes, por lo que la caracterización de la estructura de pequeños aminoácidos es fundamental para el estudio de agregados de mayor tamaño.

Los sistemas moleculares aislados pueden ser estudiados en la actualidad con un alto grado de precisión por métodos de la mecánica cuántica. Pero cuando se tienen sistemas en solución interactuando con el solvente, se debe tomar en cuenta además la influencia del ambiente sobre las propiedades del sistema en estudio.

Las investigaciones estructurales de aminoácidos se han concentrado principalmente en los aminoácidos  $\alpha$ , explorándolos desde numerosos puntos de vista en estado gaseoso, dipolar o zwitteriónico con diversos modelos de solvente, pero se tiene escasa información sobre la estructura en sistemas líquidos de los aminoácidos  $\beta$ .

La  $\beta$ -alanina es el aminoácido  $\beta$  mas simple y junto con la  $\alpha$ -alanina son buenas opciones para investigar los efectos de solvatación por ser moléculas lo suficientemente pequeñas como para poder estudiarlas con métodos de estructura electrónica.

En este trabajo, se realizó un estudio de bases y métodos sobre nueve conformeros estables de la  $\alpha$ -alanina y once de la  $\beta$ -alanina, a fin de determinar los de menor energía, hallándose tres y cuatro respectivamente.

Conocidas las estructuras posibles de los aminoácidos aislados se estudió la complejación de los conformeros de menor energía con una y dos moléculas de agua formando enlaces de hidrógeno en ambas posiciones hidrofílicas, esto es con el grupo amino y/o los oxígenos, reproduciendo adecuadamente los resultados MP2 obtenidos previamente por otros autores para la  $\alpha$ -alanina [*J. Phys. Chem. B*, 107, 50, (2003)], ampliando el análisis para la  $\beta$ -alanina.

**Autores:** L. Benítez; P. Provasi (FaCENA, UNNE); R. Prosmiiti (CSIC-Instituto de Física Fundamental, Madrid); G. Delgado Barrio (CSIC-Instituto de Física Fundamental, Madrid); M.N.C. Zarycz (FaCENA, UNNE) **Contacto:** luciab.arg@gmail.com

#### 4. Biología

### **Abundancia y diversidad de flebotomos (Phlebotominae) en el área urbana de la ciudad de Corrientes, Argentina**

Benítez Ibaló, Paola  
*UNNE, Corrientes.*

Los flebotomos (Diptera: Psychodidae) han sido involucrados como vectores de leishmaniasis, enfermedad producida por parásitos del género *Leishmania*. En Argentina las dos manifestaciones clínicas presentes son la leishmaniasis tegumentaria (LT) causada por *L. braziliensis* y leishmaniasis visceral (LV) provocada por *L. infantum*. En el país se han registrado 28 especies de flebotomos, distribuidas en 13 provincias, de los cuales fueron incriminados como vectores de LT, *Lutzomyia neivai*, *Lu. whitmani*, complejo *Lu. cortelezzii* (*Lu. cortelezzii*-*Lu. sallesi*), *Lu. migonei* y *Lu. pessoai*. El vector incriminado en la LV, es *Lu. longipalpis*. En la ciudad de Corrientes se ha informado la presencia de todas ellas. El objetivo de este trabajo fue conocer la diversidad y frecuencia de flebotomos vectores de leishmaniasis en el ámbito urbano de la ciudad de Corrientes. Se llevó a cabo un muestreo exploratorio en diciembre de 2013, mediante un sorteo al azar se seleccionaron las áreas de muestreo y en cada una se identificaron viviendas de acuerdo al criterio de "peor escenario". En cada una se instaló una minitrampa de luz tipo CDC de 17:00 a 09:00hs durante cinco días consecutivos. Todos los sitios fueron georeferenciados, registrándose la temperatura y humedad relativa (máxima y mínima) puntual. Los flebotomos fueron diafanizados en lactofenol, e identificados según claves dicotómicas de Galati. Se instalaron en total 51 trampas/noche en 11 estratos y se capturaron en total 555 flebotominos, en orden de frecuencia: *Lu. longipalpis* (58,2 %), *Nyssomyia neivai* (31,7 %), *Migonemyia migonei* (7,4 %), *Evandromyia* complejo *cortelezzii* (1,0 %) y *Micropygomia quinquefer* (1,6 %). El 39,2 % de las viviendas resultaron positivas para flebotomos en general y el 35,3 % para *Lu. longipalpis*. Se observaron áreas de alta, media y baja abundancia de *Lu. longipalpis* en sitios asociados a la vegetación primaria ribereña del Paraná, sitios con media y baja abundancia en barrios periféricos y finalmente, sitios de baja abundancia en el centro demográfico de la ciudad de Corrientes. Esta distribución del vector de la leishmaniasis visceral, en la época estudiada y en el área urbana, con intenso tránsito de caninos como potenciales reservorios infectados, además de los notificados por la Dirección

General de Zoonosis de la provincia de Corrientes, confirman la posibilidad de transmisión autóctona de LV, al menos en el área urbana capitalina. Además, se ratifica la presencia de todas las especies de flebótomos halladas previamente y, por ello, la necesidad de continuar una vigilancia entomológica periódica en sitios críticos para la alerta temprana sobre cambios en el número de las poblaciones de Phlebotominae.

**Contacto:** paoben.26\_@hotmail.com

## 5. Física

### **Efectos del confinamiento y el desorden en la difusión bacteriana**

Brito, Mariano Exequiel

*FaMAF-UNC, IFEG-CONICET, Córdoba.*

Los objetos autopropulsados que se mueven en medios de micro-confinamiento, ordenado o desordenado, a bajo número de Reynolds presentan propiedades físicas interesantes, algunas de las cuales todavía no son bien comprendidas. Cada agente autopropulsado tiene un mecanismo de autopropulsión característico, como así también una forma propia de interactuar con las paredes confinantes. En el caso de bacterias, la mayoría de éstas poseen una dinámica de corridas y tumbo, tipo caminante aleatorio, pero con persistencia o memoria de su dirección de movimiento previa al tumbo. Esta movilidad depende de la velocidad media, la distribución de tiempos de corrida, la persistencia y la difusión rotacional [1,2]. Entonces nos interesa conocer cómo, diversas bacterias con esta estrategia de nado, modifican sus propiedades de transporte en medios desordenados de laboratorio en vista de diversas aplicaciones biotecnológicas, desde nuevos métodos de filtrado hasta el desarrollo de biofertilizantes más eficaces.

Mediante métodos numéricos estudiamos las propiedades difusivas de las bacterias en cámaras microdiseñadas con arreglos de obstáculos: desde redes ordenadas [2] a desordenadas. Analizamos diferentes geometrías de sustratos microdiseñados cuasi-bidimensionales, obtenidas a partir de diversas distribuciones espaciales de bastones. Caracterizamos los diferentes regímenes difusivos presentes, asociándolos a las localizaciones de las bacterias a lo largo de la cámara. Estudiamos cómo varían los exponentes de la difusión, encontrando regímenes difusivos y un espectro superdifusivo dependiendo de la forma y el tamaño de los obstáculos. Así podemos concluir cuáles son las geometrías más óptimas que dan lugar a un aumento del direccionamiento controlado de las poblaciones bacterianas en medios con un grado de desorden bien caracterizado. Estos resultados pueden ser de gran utilidad por su extensión a medios porosos realistas.

[1] Quantifying the sorting efficiency of self-propelled run-and-tumble swimmers by geometrical ratchets, I. Berdakin et al., *Cent. Eur. J. Phys.* 11(12), 1653-1661 (2013).

[2] Influence of swimming strategy on microorganism separation by asymmetric obstacles, I. Berdakin et al., *Phys. Rev. E*, 87, 052702 (2013).

**Autores:** M.E. Brito; H.N. Moyano Cortéz(FaMAF-UNC); V.I. Marconi (FaMAF-UNC, IFEG-CONICET)

**Contacto:** meb0109@famaf.unc.edu.ar

6. Matemática

## **An experimentally validated mathematical model of the effect of anti-angiogenic therapies on primary tumor kinetics and metastatic development**

Camillo Vilela de Almeida, Aristoteles

*IMPA, Rio de Janeiro.*

In clinical oncology, decide which strategy should be undertaken remains a big challenge. For example, patients with metastatic disease don't need the same treatment than patients with a localized one and a fragile public as children and old patients needs a treatment with a reduced toxic-risk. In this direction the anti-angiogenic therapies appear as a class of anticancer agents with limited toxicities. Herein propose an experimentally-validated model of different AA therapies effects on the tumor growth and on the metastatic development. Once this first step will be properly validated, we aim to use our model to study the reported paradoxical effect of metastatic acceleration following anti-angiogenic drug administration.

We think that this new model could help to shed light on complex processes of the cancer biology and help to optimize therapies in the context of the primary tumor-metastasis system, by quantifying differential effects of anti-cancer therapies on the primary lesion and metastatic burden.

**Autores:** A. Camillo; S. Benzekry (Inria team MC2, Institut de Mathematiques de Bordeaux); J. Ebos (Department of Medicine, Roswell Park Cancer Institute); J. Zubelli (IMPA).

**Contacto:** aristotelescamillo@gmail.com

7. Física Médica

## **Biopsia óptica, algunos resultados preliminares**

Corti, Agustina

*UNLP, La Plata.*

Convencionalmente asociamos el término "biopsia" a un procedimiento médico invasivo por el cual, mediante cirugía o punción, se toma una muestra de tejido humano y se remite al laboratorio de patología para su análisis con fines diagnósticos. En cambio, una biopsia óptica es un procedimiento no invasivo de diagnóstico que realiza un análisis del tejido con un sistema óptico mediante técnicas láser, infrarrojo, fluorescencia, espectroscopías, microscopías, entre otras. Es decir, no se extrae una muestra del tejido del organismo. Al tejido a analizar se accede a través de la superficie del cuerpo, incluido el análisis de la propia piel, o por vía endoscópica a la superficie de la mucosa de cualquier cavidad como la boca, faringe, laringe, esófago, tráquea, estómago, vagina, útero, vejiga, ampolla rectal, colon. Los métodos de biopsia óptica se dividen en dos grandes grupos según la técnica empleada:

1- Métodos basados en Imágenes, como la Tomografía de Coherencia Óptica (OCT), Imágenes de Coherencia Óptica (OCI), Imágenes de Holografía Digital (DHI), Endomicroscopía Confocal o Microscopía Foto-Acústica (PAM).

2- Métodos no asociados a imágenes, como la Espectroscopia de Fluorescencia Natural, la Espectroscopía de Reflectancia o la Dispersión Fotónica Elástica excitadas por iluminación apropiada.

No obstante se requiere un exhaustivo trabajo de investigación para correlacionar los resultados de la biopsia convencional con los de la biopsia óptica antes de implementar un servicio que sólo atienda a las pacientes por biopsias ópticas. En definitiva sus propósitos son: 1) Evitar la posible diseminación de células malignas por la biopsia convencional, y 2) Evitar los retardos propios de la biopsia convencional en los casos que el diagnóstico rápido de malignidad propio de la biopsia óptica permite un tratamiento inmediato. En el presente trabajo se presentan algunos casos de biopsias ópticas realizadas mediante Espectroscopía óptica de Fluorescencia, (en particular la Autofluorescencia), para realizar in-situ el análisis de los cambios bioquímicos de los tejidos de

pacientes, comparando la fluorescencia natural del tejido sano y del tejido patológico, de manera de contribuir al diagnóstico médico.

**Contacto:** agustinacorti@gmail.com

## 8. Biología

### **Regulación de la recolección colectiva del néctar en abejas melíferas: un modelo computacional**

Corti Bielsa, Gonzalo Damián

*Grupo de Estudio de Insectos Sociales, DBBE-FCEN,UBA/IFIBYNE-CONICET, Buenos Aires.*

La recolección colectiva de néctar en colonias de abejas melíferas es un proceso complejo que comprende una multitud de individuos divididos en grupos que llevan a cabo diferentes grupos de comportamientos (o tareas) sin un control centralizado. Su regulación implica la integración de experiencias individuales e interacciones sociales. Se han propuesto aproximaciones teóricas para dar cuenta de este fenómeno colectivo, frecuentemente centradas en la danza de contoneo o de reclutamiento como organizador de la actividad recolectora. La evidencia experimental sugiere una riqueza mayor en la trama de mecanismos implicados donde se imbrica la experiencia de los individuos en términos de aprendizaje y la memoria, así como otros canales por los que esta información es adquirida, como los contactos boca a boca con transferencia de alimento líquido, o trofalaxia, por los que se distribuye entre los individuos de la colmena el néctar floral recolectado en el exterior. Hemos formulado un modelo basado en agentes donde integramos estos diferentes procesos, con el fin de empezar a comprender cómo las memorias olfativas y la modulación del comportamiento individual vía trofalaxia contribuyen a regular el la actividad recolectora colectiva. Estructuramos la colmena en tres grupos de edad que desarrollan comportamientos distintos en diferentes áreas: las recolectoras y las procesadoras de néctar, y las nodrizas, ocupadas del cuidado de la cría. Dotamos a los individuos de un modelo de aprendizaje asociativo olfativo, así como de reglas de comportamiento específicas para cada grupo de edad y parametrizamos el modelo de acuerdo a datos experimentales disponibles. Simulamos entradas de néctar provenientes de diferentes parches florales que cuyos inicios se encuentran desfasadas en el tiempo. Encontramos que tanto en el corto y el largo término, las memorias adquiridas vía trofalaxia sobre los recursos entrantes sesgan el comportamiento de seguimiento de danzas, resultado consistente con la evidencia experimental. En este sentido, el modelo predice una modulación positiva de la probabilidad de danza para recolectoras que traen un olor previamente conocido por los individuos de la colmena, incrementando la eficacia del reclutamiento de nuevos recolectores a estos parches florales y ocasionando una interferencia en el reclutamiento a fuentes de alimento recientemente descubiertas.

**Autores:** G. Corti Bielsa; S.D. Pistone; L. Moffatt (INQUIMAE-CONICET), E.C. Segura ( Departamento de Computación, FCEN-UBA), W.M. Farina (Grupo de Estudio de Insectos Sociales, DBBE-FCEN,UBA/IFIBYNE-CONICET)

**Contacto:** moinonplus@gmail.com

## 9. Biología

### **Efecto del tuco-tuco *Ctenomys* sp. sobre la temperatura del suelo, en un parque provincial de altura en la provincia de San Juan (Argentina)**

Cugno, Haydée

*Cátedra de Bioestadística, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, UNC, Córdoba.*

El tuco-tuco *Ctenomys* sp. es uno de los herbívoros dominantes de la Puna. Entre sus comporta-

mientos se destaca el de alimentarse de la vegetación que se encuentra cercana a su cueva principal, por lo que va paulatinamente causando un deterioro en la vegetación circundante. Este empobrecimiento de la vegetación puede tener efectos sobre otras comunidades, entre ellas la que se desarrolla en el suelo. El presente trabajo tiene como objetivo comprobar si el tuco-tuco causa un incremento de la temperatura del suelo en los parches donde se encuentra. Para ello se situaron tres parches denominados perturbados (con tuco tuco) y tres sin perturbar (sin *Ctenomys* sp.). Cada uno fue visitado en 4 oportunidades (otoño, invierno, primavera y verano). En cada oportunidad se realizaron 6 transectas de 15 metros en cada sitio y en cada transecta se tomaron los valores de temperatura del suelo y ambiental cada 30 cm. También se registró la hora del día en la que se tomaba la temperatura. Se realizó un modelo lineal general mixto donde se consideraron factores: Situación (perturbado o no) y Estación, como bloques aleatorios a sitio y transecta y como covariables a la temperatura ambiente y la hora del día, incorporando también con una idea polinómica el cuadrado de la hora del día. Se concluye que resultan en el modelo obviamente significativos los efectos de las covariables, así como el efecto estación, siendo importante que es casi 1 grado centígrado mayor el promedio de temperatura en los parches donde se encuentra el tuco-tuco, con respecto a los parches no perturbados por este roedor, diferencia que resulta significativa. Se concluye que el tuco-tuco causa un efecto directo sobre el suelo, aumentando la temperatura del mismo, lo que en definitiva puede tener efectos indirectos tanto sobre la comunidad que en él vive como en los procesos ecológicos que en él se desarrollan.

**Autores:** H. Cugno; N. Borruel; C. Borghi; D. Elías; A. Mangeaud (Cátedra de Bioestadística, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, UNC)

**Contacto:** haydeecugno@hotmail.com

10. Física

## **Caracterización de mecanismos de detección de estímulos extracelulares y su efecto en la modulación del rango dinámico de la respuesta**

Di Bella, Juan Pablo

*IFIBYNE, Buenos Aires.*

Los seres vivos utilizan información para tomar decisiones. En particular, para transmitir esta información las células han evolucionado en sistemas complejos mayoritariamente basados en especies proteicas. Para abordar el estudio de la transferencia de información a nivel celular podemos identificar dos tipos de mecanismos, aquellos encargados de detectar las señales extracelulares y enviarlas hacia el interior de la célula, y aquellos encargados de leer estas señales e iniciar una cascada de procesos bio-moleculares permitiendo que la célula responda de manera adecuada al estímulo externo. Llamaremos mecanismos de detección a los primeros y de transducción a los segundos. En este trabajo estudiamos principalmente mecanismos de detección compuestos por receptores de membrana que interactúan con algún ligando externo formando un complejo ligando-receptor. En particular, estudiamos las propiedades de los mecanismos de detección que permiten controlar el rango dinámico, rango de estímulos para los cuales se puede responder de manera dosis-dependiente, en base a características dinámicas. Caracterizamos las curvas dosis-respuesta de detección antes de llegar al equilibrio, tanto para el caso más simple (reacción ligando-receptor monovalente simple) como para situaciones más complejas, entre ellas, consumo de ligando e internalización y reciclado de receptores.

**Contacto:** juandb84@gmail.com

## 11. Biología

**Calliphoridae (Diptera) en ambientes naturales y rurales de los Esteros del Iberá, Corrientes, Argentina**

Dufek, Matías Ignacio

*UNNE, Corrientes.*

El Sistema del Iberá, situado en el centro - norte de la provincia de Corrientes, abarca 12.000 km<sup>2</sup>.

Es uno de los macrosistemas de humedales más extensos e importantes de América Neotropical. Mantener la biodiversidad y el correcto uso de los recursos naturales es el tema más importante a tratar a nivel mundial, para ello es necesario conocer las características de los ecosistemas, las especies que presentan, la relación existente entre ellas, como están afectadas y de qué forma. Los dípteros representan el segundo grupo más importante de insectos polinizadores, después de los himenópteros. Calliphoridae constituye un grupo de gran importancia sanitaria por causar miasis en seres humanos y animales y ser vehículos potenciales de patógenos, encontrándose especies que cumplen un rol importante como degradadoras. Las moscas presentan especies que son propias de determinados ambientes, ya sea rural, urbano o silvestres y muchas de ellas muestran un alto grado de sinantropía, esta característica las hacen buenas indicadoras de perturbaciones ambientales antrópicas y por su especificidad y la rapidez de respuesta de sus poblaciones son bioindicadoras de calidad ambiental. El objetivo de este trabajo es conocer la fauna de dípteros ciclorrafos (Calliphoridae) presentes en los Esteros del Iberá, a fin de identificar especies de importancia sanitaria y bioindicadoras. La investigación se llevó a cabo en ambientes naturales (Estancia San Nicolás, Provincia Fitogeográfica Chaqueña - Distrito Oriental Húmedo; Estancia El Dorado, Provincia Fitogeográfica del Espinal y Camby Reta, Provincia Fitogeográfica Paranaense) sin intervención del hombre y en un ambiente rural (Galarza, Provincia Fitogeográfica Paranaense) que presentaba algunas viviendas aisladas, plantas exóticas y animales domiciliarios. Se efectuaron muestreos sistemáticos en bosques. Se seleccionaron tres sitios de muestreo separados entre sí por 50m. Se emplearon dos trampas de dosel Van Someren-Rydon por sitio, con banana fermentada con levadura y calamar en descomposición como cebos. Los insectos capturados se sacrificaron y se colocaron en cajas de plástico para su traslado, hasta su montaje. Se capturaron 4070 Dípteros, pertenecientes a 10 familias (Calliphoridae, Muscidae, Sarcophagidae, Drosophilidae, Neriidae, Tabanidae, Ropalomeridae, Tachinidae, Tephritidae y Dolichopodidae), de los cuales 1930 eran Calliphoridae. Las especies identificadas de esta familia fueron: *Calliphora nigribasis* (n=2), *Chloroprocta idioidea* (n=215), *Chrysomya albiceps* (n=819), *Chrysomya chloropyga* (n=19), *Chrysomya megacephala* (n=92), *Cochliomyia hominivorax* (n=153), *Cochliomyia macellaria* (n=556), *Compomyiops verana* (n=1), *Lucilia cluvia* (n=17), *Lucilia cuprina* (n=1), *Lucilia eximia* (n=50), *Lucilia peruviana* (n=3) y *Lucilia sericata* (n=2). Respecto al rol de estas especies se resalta la presencia de *C. hominivorax* y *C. macellaria* de importancia sanitaria por producir miasis y por ser sinantrópicas. *C. albiceps* es depredadora facultativa y afecta negativamente a las poblaciones de las otras especies de *Chrysomya*. Con esta investigación se aporta al conocimiento de Calliphoridae de Corrientes, familia de Diptera con pocos registros en la provincia.

**Autores:** M. Dufek; B. Oscherov (Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura, Universidad Nacional del Nordeste)

**Contacto:** matias.dufek@gmail.com

## 12. Física

**Modelado computacional de la sinapsis aferente en células ciliadas auditivas**

Etchemendy, Pablo Esteban

*Laboratorio de Acústica y Percepción Sonora, Universidad Nacional de Quilmes.*

Las células ciliadas convierten la energía mecánica del sonido en un potencial receptor graduado

que, mediante la liberación de neurotransmisores, se propaga a las neuronas aferentes, induciendo potenciales de acción que llevan dicha información al sistema nervioso central. La neurotransmisión ocurre mediante estructuras especializadas, llamadas “cintas”, las cuales se caracterizan por la liberación rápida, sincrónica y sostenida de neurotransmisores. Dicho proceso debe realizarse en forma muy precisa, como condición necesaria para poder conservar la información de fase del estímulo a lo largo de toda la vía auditiva. Notablemente, cada célula ciliada sirve como única entrada a varias neuronas aferentes, lo cual aumenta la exigencia de precisión para la estructura sináptica. Si bien en los últimos años se ha avanzado mucho en el conocimiento de dicha sinapsis, la complejidad de los procesos involucrados y la dificultad para obtener registros electrofisiológicos, la hacen ideal para su estudio mediante modelos biofísicos.

**Autores:** P. Etchemendy; R. Vergara; M. Eguía.

**Contacto:** pabloee@gmail.com

13. Física

## **Cálculos Fotométricos, Radiométricos y Espectrométricos para el diseño de una fuente LED y validación de su empleo en TFD**

Etcheverry, María Eugenia

*UNLP, La Plata.*

La Terapia Fotodinámica (TFD) involucra la administración y localización preferente en células cancerosas de una droga fotosensibilizadora, la cual es activada con luz de longitud de onda apropiada. El fotosensibilizador excitado, transfiere energía a moléculas de oxígeno dando lugar a la formación de oxígeno singlete citotóxico. Esta terapia, relativamente poco invasiva y con bajos efectos colaterales, conduce a una secuencia de procesos fotoquímicos y fotobiológicos que causan daño irreversible en las células malignas. En la eficacia de la TFD, juega un rol muy importante la fuente lumínica utilizada, a menudo, llevada a cabo por fuente de luz láser (Láser de diodo, láser de argón, láser de Nd:YAG). Sin embargo, por cuestiones de aplicaciones prácticas y costo-beneficio surge la necesidad del empleo de fuentes no láser. En este trabajo se presentan características de una fuente LED útil para aplicaciones de terapia fotodinámica mediante el empleo de mTHPC como droga fotosensibilizadora. Las células HeLa (carcinoma de cuello uterino) cultivadas in vitro y Sarcoma de TMC en murinos, fueron los modelos biológicos utilizados para probar la nueva fuente lumínica. Además se estudió la validación del empleo de una fuente LED en lugar de LD (Láser de Diodo) para aplicaciones de TFD a través de la comparación que surge de la convolución entre el espectro de absorción de la droga y los perfiles de líneas de emisión de las respectivas fuentes de iluminación, destacando que no es la direccionalidad (coherencia espacial) del haz lo que importa en la eficiencia de la terapia, sino el ancho de banda (coherencia temporal) que presenta la fuente en la región de absorción de la droga, el que es significativamente mayor para el LED comparado con el LD.

**Autores:** M.E. Etcheverry; M. Pasquale; M.Garavaglia.

**Contacto:** me\_etcheverry@hotmail.com

14. Física

## **Mediciones de Fluorescencia In Vivo en Tumores TMC usando mTHPC en aplicaciones de TFD**

Etcheverry, María Eugenia

*UNLP, La Plata.*

El análisis espectral fluorométrico in vivo durante la Terapia Fotodinámica (TFD) representa una herramienta fundamental para obtener información acerca de la cinética de blanqueamiento de la

droga. Usando una fibra óptica, en cuya extremo presenta una microlente, acoplada a un sistema de detección de fluorescencia, se obtuvo la medición de la evolución temporal de la fluorescencia en el tejido tumoral. En este trabajo se presentan resultados arrojados por los espectros de fluorescencia en los ratones siguiendo herramientas estadísticas. Estos mostraron un aumento de la concentración de droga en el tumor, alcanzando un valor máximo a las 48 hs. En el sitio de inyección de la droga el aumento fue más pronunciado, mientras que en la axila los valores medidos resultaron menores que en el tumor. Los ratones se iluminaron con una lámpara de 1,06 W. La medición de la fluorescencia luego de la iluminación demostró una disminución significativa en la concentración de la droga, la cual volvió a aumentar a las 24 hs siguientes (“efecto rebote”). A los 5 días se observó una disminución de la masa tumoral y formación de escara.

**Autores:** M.E. Etcheverry; M. Pasquale; M.Garavaglia.

**Contacto:** me\_etcheverry@hotmail.com

## 15. Biología

### Modelo cinético simple de swarming bacteriano

Fier, Guido

*UNMDP, Mar del Plata.*

Las características físico-químicas de un ambiente determinan los métodos de locomoción que utilizará una colonia bacteriana para conquistar este ambiente. Fenómenos conocidos como swimming, gliding y swarming, entre otros, son utilizados por las bacterias para expandirse en distintos tipos de ambientes. Una misma especie de bacteria, por ejemplo *Escherichia Coli*, puede expresar distintos patrones de movimiento dependiendo del entorno en que se encuentre. Cuando *E. coli* se encuentra sobre una superficie húmeda rica en nutrientes primero pasa por una etapa lag donde no posee locomoción. Su avance se debe meramente por división celular. Este proceso continúa hasta que la densidad bacteriana es lo suficientemente alta como para activar el quorum-sensing. Este mecanismo activa una gran batería de genes, entre ellos los de swarming. El quorum-sensing además activa genes de virulencia, como se ha mostrado en *Pseudomonas aeruginosa*, vinculando al swarming como un posible mecanismo de expansión sobre tejidos. Por lo tanto el conocimiento sobre su dinámica puede ser útil como futura herramienta contra bacterias patógenas de importancia para el ser humano. El swarming es un movimiento por el cual la colonia conquista el territorio adyacente rico en nutrientes de manera rápida. Es un fenómeno de movimiento colectivo de alta densidad de agentes autopropulsados donde se encuentran en constante colisión, sin conservación de momentum, con sus vecinos [1]. Debido a esto se han utilizado enfoques mecánico-estadísticos para comprender y modelar de manera discreta o continua la dinámica del swarming [2]. Estudios han descubierto que existen diferentes regiones dentro de un mismo swarming. Propiedades como velocidad, tamaño y densidad celular varían entre las regiones al igual que su área [3]. Presentamos en este trabajo un modelado a partir de agentes auto-propulsados que interactúan por simples reglas de movimiento intentado simular la dinámica de swarming de *E. coli* y reproducir observables experimentales.

#### REFERENCES

1 - Collective motion, Tamás Vicsek & Anna Zafeiris, *Physics Reports* 517 (2012) 71-140

2- Soft active matter, M.C. Marchetti, J.F. Joanny, S. Ramaswamy, T.B. Liverpool, J. Prost, Madan Rao & R. Aditi Simha, arXiv:1207.2929[cond-mat.soft]

3- Dynamics of Bacterial Swarming, Nicholas C. Darnton, Linda Turner, Svetlana Rojevsky, & Howard C. Berg, *Biophysical J.* 98 (2012) 2082-2090

**Autores:** G. Fier; D. Hansmann; R. Buceta (UNMDP, CONICET)

**Contacto:** guidoarg@gmail.com

16. Matemática

## **Variables que afectan la detección del sapito de las sierras (*Melanophryniscus* aff. *Montevidensis*) a partir de modelos de ocupación**

Friedman, Juan Mateo

*UNCPBA, Tandil.*

Las especies con distribuciones muy restringidas son vulnerables a la extinción y la modificación de los hábitats naturales es la principal amenaza para su persistencia. El sapito de las sierras (*Melanophryniscus* aff. *montevidensis*) es una especie endémica que se reproduce en charcos temporales de relictos de pastizal serrano del Sistema de Tandilia. Tiene un tamaño pequeño, 3 cm. en el caso de la hembra, y 2.5 en el macho, y una coloración sumamente vistosa en su parte ventral y dorsalmente de color negro. Estas características, sumado al hecho de que su detección resulta más efectiva gracias a su canto nupcial luego de fuertes lluvias, hace necesario ajustar los muestreos en función de las covariables que aumenten la probabilidad de detección de los mismos. El objetivo de este trabajo es determinar cuáles son las variables que afectan la detección del sapito de las sierras a partir de la implementación de modelos de ocupación. Para esto, hemos identificamos 115 sitios posibles de reproducción en los remanentes de pastizales del área protegida "La Poligonal", obteniendo una densidad de 7.1 sitios /km<sup>2</sup>. A partir de la detección del sapito de las sierras en 38 de estos sitios, se procedió a revisitarlos en tres temporadas con el objeto de construir una historia de ocupación de los mismos. Las variables que se consideraron en los modelos y que explicarían la detección del sapito en estos sitios están asociadas a las lluvias, temperatura, y almacenaje de agua en suelo. Los resultados del modelo propuesto constituyen una herramienta plausible de utilizar para el monitoreo de especies endémicas con rangos de distribución restringido y amenazados por la fragmentación del hábitat.

**Palabras Claves:** modelo de ocupación, relictos de pastizal; covariables; *Melanophryniscus*.

**Autores:** M. Friedman; R. Cepeda; I. Berkunsky; A. Cortelezzi; V. Simoy; C. Marinelli, Claudia (Instituto Multidisciplinario sobre Ecosistemas y Desarrollo Sustentable, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires)

**Contacto:** mateofriedman@gmail.com

17. Biología

## **Periodicidad y distribución de dos enfermedades del maíz (*Zea mays* L) en la década del 2.000 en Argentina**

Giménez Pecci, María de la Paz

*INTA CIAP IPAVE, Córdoba.*

Mal de Río Cuarto virus (MRCV) y *Spiroplasma kunkelii* (CSS) son dos patógenos transmitidos por chicharritas auquenorrincos que afectan al maíz, cultivo base de la sustentabilidad del sistema agropecuario actual de Argentina. La región agrícola presenta características diferentes en cada zona y ambiente, desde diferentes climas y base genética del cultivo hasta diferentes tipos de labranza y prácticas culturales. Hacia el final de la década del 2000 se estableció una continuidad geográfica de los cultivos entre la zona norte subtropical y la zona sur templada. En MRCV en décadas anteriores entre una epifitía y el siguiente ataque con importancia económica se habían registrado distancias de 5 y 7 años (1.977-1.982, 1.997-1.982). En CSS, se observó que el avance hacia nuevas regiones ocurría en saltos de 10 años (epidemia en Florida en los 80, detección en Brasil en los 70 y rápida expansión en los 90, detección en Argentina en los 90 y dispersión en la zona subtropical hasta el 2.000. Los objetivos del trabajo fueron reconocer la distribución geográfica y establecer en cada región del país el nivel de inóculo que podría relacionarse con

el desencadenamiento de la enfermedad en la campaña agrícola siguiente, así como comparar el comportamiento entre las dos enfermedades. Datos serológicos de muestras colectadas en 564 lotes durante 12 campañas agrícolas (1999/2000 a 2010/2011) en toda la zona agrícola (22° a 39°LS y 58° a 69°LO), se compararon en cuanto a presencia de la enfermedad evaluada como prevalencia (número de lotes con al menos una planta enferma) e incidencia (porcentaje de plantas enfermas en un lote elegido al azar, en al menos 20 plantas colectadas al azar). Los resultados indicaron que la prevalencia de MRCV se incrementa hacia el sur, no superando valores de 40 % hasta el paralelo 30°LS, elevándose sobre el 40 % a latitudes mayores, hasta registrarse 83 % en el paralelo 37°LS. En el caso del CSS la tendencia es contraria, incrementándose el porcentaje de lotes enfermos hacia el norte de la región analizada. En cuanto a la longitud, no se detectaron grandes diferencias de prevalencia. Respecto a la recurrencia de estas enfermedades, en MRCV se registraron ciclos de 3 - 4 años con picos superiores al 60 % de lotes enfermos (2004, 2007, 2011), y en CSS los máximos se registraron en 2000, 2007 y 2010, con valores decrecientes de prevalencia del 70, 50 y 25 %. Los registros de incidencia del espiroplasma presentaron un cambio notable a mitad de la década: entre 2001 y 2005 el promedio superó el 10 % de plantas enfermas en el lote, mientras que entre 2006 y 2011 el promedio no superó 5 %. Esto podría ser el resultado del empleo de semilla tratada profesionalmente en origen con insecticidas, práctica empleada masivamente desde la campaña 2005/06. Se concluye que MRCV manifestó ciclos periódicos, de forma sinusoidal bien definida, mientras que CSS disminuyó notablemente su incidencia y prevalencia en la segunda mitad de la década analizada.

Financiamiento: INTA PNPV 1135022, UTN 1685.

**Autores:** M.P. Giménez Pecci; A. García (FRC-UTN); M. Druetta (IPAVE CIAP-INTA, EEA ESE INTA Quimilí); J.B. Cabral (FRC-UTN); E.H. Ramírez (FRC-UTN), J. Raspanti (IPAVE CIAP-INTA), M. Ferrer (IPAVE CIAP-INTA), F. Maurino (IPAVE CIAP-INTA, CONICET), I.G. Laguna (IPAVE CIAP-INTA, CONICET)

**Contacto:** gimenez.mariadelapaz@inta.gob.ar

## 18. Informática

### **Detección de comunidades en redes ecológicas con interacciones múltiples**

Guaymás, Amalia

*UNGS, Buenos Aires .*

El avance en el muestreo, descripción y análisis en redes ecológicas llevó a incluir interacciones diversas entre sus nodos, sin restringirse a las relaciones tróficas. En este trabajo aplicamos algoritmos de detección de aglomerados o comunidades a redes con interacciones mutualistas y antagonistas. Estos algoritmos son de aplicación frecuente en redes sociales e informáticas y buscan reconocer grupos de nodos que cumplen con la propiedad de estar más conectados entre sí que con el resto de los nodos. Esta propiedad admite diversas definiciones objetivas, lo cual dio origen a variados algoritmos. Encontramos que con datos ecológicos, estos procedimientos reconocen los subgrafos más evidentemente aislados y además descubren comunidades con significado biológico estrictamente incluidas en una componente conexa, basándose únicamente en la topología de la red. Proponemos una cuantificación para la significación de la estructura obtenida por los algoritmos.

**Autores:** A.C. Guaymás Canavire (UNGS, UBA); C.M. Herrera (UNGS); T. Tetzlaff (UNGS)

**Contacto:** acarolinagc@gmail.com

19. Matemática

## A simple mathematical model of tumor with chemotherapy schedules

Guiraldello, Rafael Trevisanuto

*UNESP, Botucatu, Brasil.*

Cancer is considered a serious public health worldwide problem. One of the most applied type of cancer treatment is chemotherapy. In this work we propose a mathematical model of tumour with a treatment. The set of equations is given by partial differential equations describing the growth of vascularized tumours and the effects of chemotherapy. The chemotherapeutic agent is administered in cycles (conventional schedule - each cycle usually lasting 4 weeks, followed by a rest period). Two methods for drug delivery are modelled, the conventional method and the “homogeneous” due to normalization of tumour vasculature. Numerical simulations show that the conventional schedule is more effective in reducing tumour density until treatment lasts, but the treatment with homogeneous distribution is more efficient to increase survival time of a patient.

References:

1. World Health Organization, <http://www.who.int/topics/cancer/en/>.
2. M. A. J. Chaplain, S. R. McDougall and A. R. A. Anderson, (2006), Mathematical modeling of tumor-induced angiogenesis *Annu. Rev. Biomed. Eng.*, v.8, pp.233-257.
3. R. K. Jain, (2005), Normalization of Tumor Vasculature: An Emerging Concept in Antiangiogenic Therapy *Science* 307, 58.
4. D. S. Rodrigues, S. T. R. Pinho e P. F. A. Mancera, (2012), Um modelo matemático em quimioterapia. *TEMA*, v.13, n.1, p. 1-12 (in Portuguese).

**Autores:** R.T. Guiraldello; M. Martins (UFV, Brasil), P.F.A. Mancera (UNESP, Brasil)

**Contacto:** trevi@ibb.unesp.br

20. Física

## Modelos dinámicos y estocásticos para un tejido homeostático

Guisoni, Nara

*IFLYSIB, La Plata.*

La homeostasis en un tejido es la capacidad de mantener la población relativa de los diferentes tipos de células. Para el caso de un tejido que presenta algo de recambio celular, como el intestino, el equilibrio dinámico entre proliferación y diferenciación debe ser preciso para que no se genere una enfermedad proliferativa o pérdida de la funcionalidad del órgano. Los mecanismos involucrados en el mantenimiento de la homeostasis en tejidos adultos todavía son poco conocidos. El intestino de la *Drosophila melanogaster* (mosca de la fruta) es un sistema experimental privilegiado para estudiar el mantenimiento de la homeostasis en tejidos simples. Resultados recientes sugieren que la división de las células madre del intestino de *Drosophila* es simétrica, es decir, que las dos células hijas son iguales y que la definición de sus destinos celulares ocurre después de la proliferación. Con la división simétrica, las células madre no serían más “inmortales”, ya que las dos células hijas pueden elegir el destino de diferenciarse. Muchas cuestiones todavía no son entendidas en el sistema: ¿cuales son los mecanismos moleculares involucrados en la toma de decisión de las células? ¿un mecanismo de decisión estocástico (inhibición lateral) es capaz de reproducir los datos experimentales para aglomerados de pocas células? ¿en que medida la heterogeneidad en la distribución espacial de las células es importante en el proceso de toma de decisión? Para ayudar a responder estas y otras cuestiones proponemos un modelo multi-escala

de reacción-difusión para estudiar la homeostasis en el intestino de *Drosophila*. Consideramos diferentes tipos de células en un arreglo espacial que mimetiza la distribución de células observada experimentalmente. El modelo nos permitiría testear hipótesis para proponer nuevas medidas o experimentos que ayuden a una mejor comprensión del sistema en cuestión.

**Contacto:** naraguisoni@gmail.com

21. Matemática

## **Distribuciones derivadas de grados en grafos bipartitos aleatorios y ecológicos**

Herrera, Cristina Mabel

*UNGS, Buenos Aires.*

En un ecosistema, el número de relaciones con una especie antagonista y una mutualista de cada especie vegetal define los bloques o módulos básicos de interacción. Además, estas interacciones caracterizan a la red ecológica como grafo bipartito. Se han reconocido diferencias en la distribución de estos pares de enlaces de la red ecológica con respecto a las redes aleatorias. Para precisar estas diferencias estudiamos las distribuciones de funciones del número de interacciones mutualistas y antagonistas. Para las funciones de interés biológico como el producto o el cociente de ambos tipos de interacciones, calculamos las distribuciones empíricas y las distribuciones de probabilidad para una red bipartita aleatoria. Con pruebas estadísticas sobre las distribuciones obtenidas confirmamos algunos de los resultados y las conclusiones obtenidos por simulación en trabajos sobre el tema, en particular el sesgo hacia una mayor frecuencia de especies vegetales con gran cantidad de módulos en la red biológica.

**Autores:** C.M. Herrera; A.C. Guaymás Canavire (UNGS-UBA); T. Tetzlaff (UNGS)

**Contacto:** cristinaherrera1986@gmail.com

22. Física

## **Caminatas al azar auto-modificadas: hacia un modelo matemático del desplazamiento animal en un hábitat heterogéneo**

Kazimierski, Laila Daniela

*IB, San Carlos de Bariloche.*

La mayor parte de las especies animales son capaces de ejecutar complejos patrones de movimiento que, generalmente, dependen del medio ambiente, del estado interno de los individuos, y de sus interacciones con otros (de la misma u otra especie). La complejidad de estos movimientos se manifiesta en las trayectorias espaciales de los individuos. En el caso de especies forrajeras o recolectoras, estas trayectorias dependen fuertemente del sustrato vegetal que ocupa el hábitat de los animales y condiciona sus desplazamientos. Por otro lado, la dinámica de la población vegetal es fuertemente dependiente de la polinización y de la dispersión de semillas; de esta manera, resulta una relación mutualista entre una especie animal que se nutre de un sustrato vegetal heterogéneo, cuya dispersión depende de la presencia y movimientos de esa especie animal. De esta manera, las poblaciones y el hábitat se acoplan y configuran mutuamente. El objetivo es describir un sistema particular de este tipo, compuesto por el marsupial *Dromiciops gliroides* y el quintral *Tristerix verticillatus* en el bosque andino de Bariloche. El modelo matemático que tiene por objetivo describir esta interacción utiliza herramientas matemáticas de la Física Estadística tales como las caminatas al azar auto-modificadas y su análisis mediante métodos computacionales.

**Contacto:** lailakazimierski@gmail.com

23. Biología

## **Complex oscillatory redox dynamics with signaling potential at the edge between normal and pathological mitochondrial function**

Kembro, Jackelin

*Instituto de Investigaciones Biológicas y Tecnológicas [IIBYT], CONICET, Cátedra de Química Biológica, Departamento de Química, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba.*

The time-keeping properties bestowed by oscillatory behavior on functional rhythms represent an evolutionarily conserved trait in living systems. Mitochondrial networks function as timekeepers maximizing energetic output while tuning reactive oxygen species [ROS] within physiological levels compatible with signaling. In this work, we explore the potential for timekeeping functions dependent on mitochondrial dynamics with the validated two-compartment mitochondrial energetic-redox (ME-R) computational model, that takes into account (a) four main redox couples (NADH, NADPH, GSH, Trx(SH)<sub>2</sub>), (b) scavenging systems (glutathione, thioredoxin, SOD, catalase) distributed in matrix and extra-matrix compartments, and (c) transport of ROS species between them.

Herein, we describe that the ME-R model can exhibit highly complex oscillatory dynamics in energetic/redox variables and ROS species, consisting of at least five frequencies with modulated amplitudes and period according to power spectral analysis. By stability analysis we describe that the extent of steady state - as against complex oscillatory behavior was dependent upon the abundance of Mn and Cu, Zn SODs, and their interplay with ROS production in the respiratory chain. Large parametric regions corresponding to oscillatory dynamics of increasingly complex waveforms were obtained at low Cu, Zn SOD concentration as a function of Mn SOD. This oscillatory domain was greatly reduced at higher levels of Cu, Zn SOD. Interestingly, the realm of complex oscillations was located at the edge between normal and pathological mitochondrial energetic behavior, and was characterized by oxidative stress.

We conclude that complex oscillatory dynamics could represent a frequency- and amplitude-modulated H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> signaling mechanism that arises under intense oxidative stress. By modulating SOD, cells could have evolved an adaptive compromise between relative constancy and the flexibility required under stressful redox/energetic conditions.

**Autores:** J.M. Kembro; S. Cortassa (Division of Cardiology, Johns Hopkins University School of Medicine Baltimore, MD, USA); M.A. Aon (Division of Cardiology, Johns Hopkins University School of Medicine Baltimore, MD, USA)

**Contacto:** jmkembro@yahoo.com

24. Matemática

## **Deriva estocástica en poblaciones de tamaño variable con individuos de dos tipos**

Maffei, Ana Laura

*Universidad Nacional de General Sarmiento, Buenos Aires.*

Desarrollamos una variante del modelo de deriva de Wright-Fisher para tipos A y a, en la que el tamaño de la población varía temporalmente. El tiempo se modela de manera discreta como en el modelo original de Wright-Fisher. El paso de una generación  $n$  a la siguiente consiste en un muestreo aleatorio con reposición donde el tamaño de la muestra sigue una función determinística uniformemente acotada que depende de  $n$ . Encontramos que el número de individuos de tipo A (o a) es un proceso de Markov no homogéneo con estados absorbentes que se alcanzan con probabilidad 1. Hallamos las probabilidades de fijación y extinción de A y una fórmula para

la heterocigosidad. Este proceso permite describir fenómenos evolutivos de deriva en los que la dinámica poblacional atraviesa un cuello de botella, sigue un comportamiento oscilatorio o un crecimiento sigmoideo.

**Autores:** A.L. Maffei; C. De Brasi (Academia Nacional de Medicina); T. Tetzlaff (Universidad Nacional de General Sarmiento)

**Contacto:** analauramaffei@gmail.com

25. Física

## **Permutation entropy applied to the characterization of the clinical evolution of epileptic patients under pharmacological treatment**

Mateos, Diego

*FaMAF-UNC, Córdoba.*

Different techniques aroused in information theory and tools from linear and non linear system theory have been applied to the analysis of electrophysiological time series. Several clinically relevant results have emerged from the use of concepts such as entropy, chaos, complexity, stochasticity, etc. in the analysis of EEG and ECG records. In this work we develop a method for using the permutation entropy (PE) in the characterization of EEG records from patients along different stages in the treatment of chronic epileptic patients.

Our results allow quantifying clearly the evolution of the patients under pharmacological treatment, along certain lapse of time, and to contrast this evolution with those associated with control groups.

**Autores:** D. Mateos; J. Diaz (Instituto de Neurociencias, Córdoba); P.W. Lamberti (FaMAF - UNC)

**Contacto:** mateosdiego@gmail.com

26. Física

## **Difusión anómala con el modelo de Potts celular generalizado**

Mazzitello, Karina

*UNMdP, Mar del Plata.*

El movimiento celular en agregados celulares es un proceso complejo, resultado de la interacción de múltiples elementos a nivel intra y extra-celular. Actualmente no hay una comprensión unificada sobre la dinámica celular durante la migración. Por un lado esta dinámica se asemeja al movimiento Browniano de partículas difundiendo. Sin embargo, la característica activa del movimiento celular puede poner en evidencia una dinámica anómala. Así, existen resultados experimentales para células embrionarias de la retina que muestran que la migración de células tiene características de partículas brownianas, mientras para células epiteliales y células de Hydra se reporta difusión anómala.

En los años 90 se propuso el modelo de Potts celular para estudiar la separación y el movimiento de células, donde el principal ingrediente es la adhesividad diferenciada entre células. El modelo es capaz de reproducir diferentes comportamientos observados experimentalmente y constituye una importante herramienta para estudiar la dinámica del movimiento celular. Estudios previos con el modelo de Potts celular y adhesividad diferenciada encuentran difusión Browniana. Para reproducir difusión anómala, nosotros proponemos una estrategia diferente en el modelo de Potts celular que enfatiza el movimiento activo de células y no la adhesividad diferenciada. Nuestros

resultados preliminares muestran que este nuevo ingrediente es capaz de presentar difusión anómala.

**Autores:** N. Guisoni (Instituto de Física de Líquidos y Sistemas Biológicos-UNLP-CONICET); L. Diambra (Lab. de Biología de Sistemas Centro Regional de Estudios Genómicos-UNLP-CONICET); K. Mazzitello

**Contacto:** kmazzite@mdp.edu.ar

27. Matemática

## **Modelo de difusión de mosquitos con información a gran escala**

Moyano, Gabriel Eduardo

*UNC , Córdoba.*

El objetivo de este trabajo es el de presentar un modelo matemático para la propagación espacio temporal de una población de mosquitos en terrenos heterogéneos.

La dinámica de la población presentada estará derivada de una ecuación de reacción-difusión con parámetros no homogéneos basados en imágenes a gran escala del entorno, para lo cual se utilizara un algoritmo para clasificar en distintas categorías los tipos de suelos, además de que el modelo presentado toma en cuenta información meteorológica complementaria y datos de poblaciones fijas de mamíferos que puedan influir sobre la propagación de la población de mosquitos.

Finalmente se mostrarán los resultados obtenidos mediante una discretización de la ecuación planteada en el modelo en una simulación sobre un terreno artificial.

**Contacto:** gmoyano@famaf.unc.edu.ar

28. Física

## **Análisis de la evaluación de capacidades cognitivas para conceptos físicos en el nivel medio mediante un modelo matemático**

Navarro, Silvia Inés

*UNCa, San Fernando del Valle de Catamarca.*

Reconociendo al Aprendizaje como un cambio de estructuras mentales, donde tales estructuras son subjetivas, y que actúan siguiendo diversos esquemas de problemas dependientes de la correcta descripción de la realidad, se presenta un modelo matemático que permita evaluar al aprendizaje alcanzado acerca de conceptos disciplinares prefijados en la asignatura Física. En tales evaluaciones se enfrenta al alumno ante situaciones complejas en relación a la cantidad de estrategias en busca de obtener resultados apropiados, orientados a lograr el encuadre teórico requerido para resolver trabajos prácticos y de investigación.

**Autores:** S. Navarro; A. Juárez (UNCa)

**Contacto:** silvinafacen@yahoo.com.ar

## 29. Física

**Effects of different PER translational kinetics on the dynamics of a core circadian clock model**

Nieto, Paula

*Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG), CONICET and Facultad de Matemática, Astronomía y Física (FaMAF), Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba.*

Living beings display self-sustained daily rhythms in multiple biological processes, which persist in the absence of external cues since they are generated by endogenous circadian clocks. The period (*per*) gene is a central player within the core molecular mechanism for keeping circadian time in most animals. Recently, the modulation PER translation has been reported, both in mammals and flies, suggesting that translational regulation of clock components is important for the proper clock gene expression and molecular clock performance. Because translational regulation ultimately implies changes in the kinetics of translation and, therefore, in the circadian clock dynamics, we sought to study how and to what extent the molecular clock dynamics is affected by the kinetics of PER translation. With this objective, we used a minimal mathematical model of the molecular circadian clock to qualitatively characterize the dynamical changes derived from kinetically different PER translational mechanisms. We found that the emergence of self-sustained oscillations with characteristic period, amplitude, and phase lag (time delays) between *per* mRNA and protein expression depends on the kinetic parameters related to PER translation. Interestingly, under certain conditions, a PER translation mechanism with saturable kinetics introduces longer time delays than a mechanism ruled by a first-order kinetics. In addition, the kinetic laws of PER translation significantly changed the sensitivity of our model to parameters related to the synthesis and degradation of *per* mRNA and PER degradation. Lastly, we found a set of parameters, with realistic values, for which our model reproduces some experimental results reported recently for *Drosophila melanogaster* and we present some predictions derived from our analysis.

**Autores:** P.S. Nieto; J.A. Revelli (IFEG-FaMAF); E. Garbarino-Pico(CIQUIBIC); M.E. Guido (CIQUIBIC); F.A. Tamarit (IFEG-FaMAF)

**Contacto:** pnieto1@famaf.unc.edu.ar

## 30. Biomatemática

**Modelo estocástico de la dinámica poblacional del mosquito *Ochlerotatus albifasciatus***

Otero, Marcelo Javier

*Departamento de Física e Instituto IFIBA (UBA-CONICET), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UBA, Buenos Aires.*

*Ochlerotatus albifasciatus* es un mosquito de inundación que se distribuye desde Bolivia y sur de Brasil hasta el extremo sur de Tierra del Fuego. Su presencia en grandes abundancias en zonas urbanas es una molestia debido al efecto irritante de sus picaduras y además constituye un riesgo de transmisión de enfermedades vectoriales (Encefalitis Equina del Oeste entre otros). Su desarrollo inmaduro se lleva a cabo típicamente en cuerpos de agua temporarios como los presentes en distintos espacios verdes de la Ciudad de Buenos Aires.

Se desarrolló un modelo estocástico que permite modelar la dinámica poblacional de los distintos estados del ciclo de vida del mosquito (huevos, inmaduros acuáticos y hembras adultas) y que considera la biología del mosquito teniendo en cuenta variables meteorológicas como precipitaciones y temperaturas. Se estudió la dinámica y el tiempo de aparición de los adultos después de las lluvias para distintas distribuciones del tiempo de desarrollo de los inmaduros acuáticos y se estudió la sensibilidad de los distintos estados del ciclo de vida con: la población inicial de huevos, la mortalidad o tasa de pérdida de adultos y la mortalidad de los inmaduros debido a efectos densodependientes.

La parametrización del modelo se realizó a través de información local sobre el anegamiento y abundancias de inmaduros acuáticos en la ciudad de Buenos Aires y de datos sobre la biología de *Ochlerotatus albifasciatus* obtenidos de la literatura (provenientes de estudios de la zona metropolitana y de otras regiones del país).

**Autores:** M. Otero; S. Fischer (Departamento EGE e instituto IEGEBA (UBA-CONICET), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UBA)

**Contacto:** mjotero@df.uba.ar

31. Matemática

## **MAPK's y multiestacionariedad vía estados estacionarios tóricos**

Pérez Millán, Mercedes

*UBA, Buenos Aires.*

Las proteínas quinasas MAPK's juegan un rol esencial en la transducción de los estímulos ambientales al núcleo, regulando así una gran cantidad de procesos celulares. En nuestro trabajo, consideramos tres redes representativas de MAPK's que presentan, bajo cinética de acción de masas, un ideal de estados estacionarios binomial. Aplicamos entonces un resultado previo y encontramos valores para las constantes de reacción que muestran que estos sistemas son biestables. Nuestra técnica se basa en la topología de la red y no necesita conocer a priori valores de constantes.

**Autores:** M. Pérez Millán; A. Turjanski

**Contacto:** mpmillan@dm.uba.ar

32. Física

## **Información en espectros de Dispersión Raman Resonante de Rayos X para la detección de óxidos**

Robledo, José Ignacio

*FaMAF-UNC, IFEG-CONICET, Córdoba.*

En este trabajo se utilizó esta técnica para el análisis de espectros de Dispersión Raman Resonante de Rayos X (RRS) provenientes de muestras oxidadas con la finalidad de discernir sus estados de oxidación. Se realizaron dos experiencias: I) Experiencia "Multicapa", en la cual se midieron espectros RRS para distintos ángulo incidentes en condición de reflexión total (RT) de una muestra conformada por dos capas superpuestas con distinto estado de oxidación; II) Experiencia "Oxidación in situ", en la cual se midieron espectros RRS, en condición de RT, de una muestra de un metal puro, en contacto con una fuente de calor externa permitiendo su oxidación. Se obtuvieron espectros de las siguientes muestras: 1) multicapa de cromo: capa nanométrica inferior de CrO y capa nanométrica superior de Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 2) multicapa de cobre: capa nanométrica inferior de Cu<sub>2</sub>O y capa nanométrica superior de CuO, 3) capa nanométrica de cobre, 4) capa nanométrica de cromo. Mediante el uso de técnicas estadísticas multivariadas se logró la discriminación de óxidos en distintas profundidades nanométricas de la muestra multicapa de cromo, detectar problemas en el ensamblamiento de muestra multicapa de cobre, identificar el tiempo en el que la muestra de Cu puro se oxidó y el estado de oxidación en el que terminó.

**Autores:** J.I. Robledo; H.J. Sánchez (FaMAF-UNC, IFEG-CONICET)

**Contacto:** jirobledo@famaf.unc.edu.ar

## 33. Física

## Modelo de desarrollo de estadios pre-imaginales; propuesta y comparación con otros modelos

Romeo Aznar, Victoria

*Departamento de Física, FCEN-UBA e IFIBA-CONICET, Buenos Aires.*

Se desarrolla un modelo estocástico no lineal para la dinámica poblacional del *Aedes aegypti*. Este mosquito es el principal vector de enfermedades como el dengue y la fiebre amarilla. Es vital para el control de la enfermedad, desarrollar métodos de control sobre su población. Esto requiere el uso de una comprensión teórica sobre el problema, a veces referido como modelos. En búsqueda de mejorar el modelo se encontró con la necesidad de estudiar los tiempos de desarrollo de los estadios pre-imaginales. Estos tiempos dependen de las condiciones ambientales, como por ejemplo la temperatura y la cantidad de comida disponible a nivel del estado larval. En la literatura se encuentran modelos y experimentos que buscan mostrar como estas cantidades afectan al tiempo medio de desarrollo y peso del adulto. Es difícil encontrar modelos que validen sus resultados con estudios experimentales, esto es, siendo primero la formulación una hipótesis y luego confrontándola a prueba, como también encontrar experimentos donde se exponga claramente cual es el efecto individual de cada cantidad ambiental. Otro problema importante es que, es prácticamente nula una discusión de la dispersión que se muestran en los resultados, tanto en el peso de los adultos como en el tiempo de desarrollo.

Proponemos un modelo en donde los individuos inmaduros progresan en sucesivos estadios, todos ellos con tiempos exponencialmente distribuidos, de acuerdo a dos diferentes tasas. Este modelo fenomenológico acoplado a un modelo de crecimiento general, puede explicar las observaciones experimentales ya existentes y los nuevos resultados producidos para este trabajo. La imagen que surge es que el desarrollo de las larvas ocurre a través de una secuencia de pasos. Algunos de estos pasos dependen de la comida disponible. Mientras hay comida en abundancia, se puede pensar que todos los pasos tienen la misma duración, pero cuando la comida falta, esos pasos que dependen de la comida toman ahora tiempos considerablemente más largos. Como una consecuencia de tasas más pequeñas, el promedio del tiempo de pupación aumenta y el cohorte se dispersa en el tiempo. La dispersión, medida como la desviación estándar, resulta cuadrática con el tiempo medio indicando que la dispersión del cohorte responde a las mismas causas que a los atrasos en la pupación y la emergencia de los adultos.

En este trabajo, a través de los resultados experimentales obtenidos, se comparan los modelos propuestos en la literatura con el modelo de maduración desarrollado. Se mostrará que el modelo expuesto, no solo logra tener en cuenta la dispersión de los tiempos de desarrollo y peso de una forma “lógica-natural”, sino que en consecuencia también se obtiene una notable mejor correspondencia con los datos experimentales.

**Autores:** V. Romeo Aznar; M. Niatiello (Center of Mathematical Sciences, Lund University, Suecia); H.G. Solari (FCEN-UBA, IFIBA-CONICET)

**Contacto:** vromeoaznar@gmail.com

## 34. Biología

## Somatotipo y Composición Corporal en Adolescentes Escolarizados de la Ciudad de Córdoba

Ruderman, Anahí

*Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (UNC) Córdoba.*

El somatotipo es una “descripción numérica de la configuración morfológica de un individuo en el momento de ser estudiado” [1]. Expresa la importancia relativa que tienen los tejidos que derivan

de las tres capas embrionarias: ectodermo (ectomorfismo), endodermo (endomorfismo), y mesodermo (mesomorfismo). Los procesos que ocurren durante las etapas de crecimiento modifican la forma corporal. La finalidad del presente trabajo fue analizar posibles respuestas diferenciales por sexo, edad y grupo social, del crecimiento, la composición corporal y el somatotipo como función de los recursos alimenticios, su accesibilidad, correcto aprovechamiento, o no, y hábitos y prácticas culturales (como sedentarismo o actividades deportivas). Se analizaron 212 individuos -73 masculinos y 139 femeninos- de 12 a 18 años de dos colegios de nivel medio de Córdoba: IPEM No. 268 y No. 124. Para obtener el somatotipo se utilizó el método antropométrico descrito por Heath & Carter. El valor de Endomorfía fue estadísticamente significativo a favor de las mujeres. Los hombres del IPEM No. 268 fueron más mesomórficos que los del IPEM No. 124. Observamos un predominio del componente mesoendomórfico en las mujeres y endomesomórfico a mesoendomórfico en los varones. Los probables factores podrían ser la modificación de estilo de vida, alimentación y efecto del sedentarismo.

[1] CARTER JEL, HEATH BH. 1990. Somatotyping: development and implications. Cambridge Studies in Biological Anthropology (Vol.5). Cambridge University Press. Cambridge.

**Autores:** A. Ruderman; J.M. Bajo (Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales - UNC)

**Contacto:** aniruderman@gmail.com

35. Matemática

## **Estudio de la dinámica del fluido en las arterias grandes**

Saavedra Fresia, Cecilia

*Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología - UNT, San Miguel de Tucumán .*

La dinámica del fluido en las arterias grandes pueden describirse con un modelo en una dimensión.

El modelo involucra a las ecuaciones de Navier Stokes que son las que describen el movimiento del fluido en una arteria, el movimiento de las paredes y la interacción entre el fluido y las paredes.

**Autores:** F. Menzaque (FaMAF-UNC); M.A. Mohamad (Facultad de Medicina-UNT)

**Contacto:** cfresia@gmail.com

36. Biología

## **Mathematical-numerical modeling of microtumor invasion**

Suárez, Cecilia Ana

*UBA, Buenos Aires.*

Durante las últimas dos décadas se han estado desarrollando modelos matemáticos de creciente complejidad que buscan describir el desarrollo tumoral, muchos de los cuales se basan en la proliferación y la invasión. En un trabajo previo se ha desarrollado un modelo que describe el crecimiento de un glioma en un cerebro humano (Suárez et al 2012). En este trabajo se aplica un derivado de ese modelo a la descripción del crecimiento e invasión de esferoides multicelulares inmersos en matriz tridimensional de colágeno I, modelo in vitro de un microtumor en estadio avascular. El modelo in silico se basa en una ecuación de reacción-difusión que describe la concentración de células tumorales en función del tiempo en un dominio espacial tridimensional. El término de reacción considera una proliferación celular de tipo logístico y el de difusión, basado en la ley de Fick, simula el crecimiento volumétrico y la invasión del esferoide en el colágeno según la etapa en la que se encuentre el tumor (benigno o maligno). Los valores paramétricos principales del modelo in silico son tomados de las experiencias realizadas in vitro, lográndose

una buena correspondencia entre las tasas de invasión observadas y las simuladas. Este tipo de interacción numérico-experimental tiene un amplio potencial de aplicación a la hora de pronosticar el comportamiento clínico de un tumor en forma paciente-específica en base a biopsias obtenidas del propio paciente.

**Contacto:** csuarez@dc.uba.ar

37. Física

## **Modelado Matemático de la Interacción Parásito - Huésped durante la Enfermedad de Chagas**

Vega-Royero, Shirlene

*CONICET-IFEG-Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba.*

En este trabajo se presenta un modelo matemático que describe las respuestas inmunes humoral y celular generada por un organismo mamífero que ha sido infectado con el parásito *Tripanosoma cruzi*, causante de la enfermedad de Chagas. El modelo tiene en cuenta el ciclo reproductivo intracelular del *T. cruzi* y la población de anticuerpos capaces de eliminar o inhabilitar al *T. cruzi* en su estado circulante (tripomastigotes). También incluye células infectadas por el parásito y la población de linfocitos T no activados y activados. El modelo desarrollado posee tres estados estacionarios; el estado estacionario trivial lo hemos asociado con el estado de curación, mientras los no triviales se asocian con estados de cronicidad de la enfermedad. El resultado más interesante obtenido es que la inclusión de la respuesta inmune celular no beneficia al mamífero hospedador a curarse, sino que disminuye su riesgo de muerte. Este resultado implica un alto beneficio para el parásito.

**Autores:** S. Vega-Royero; G. Sibona (FaMAF - UNC)

**Contacto:** shirlenevega@hotmail.com



# Notas