

# **7° Escuela Argentina de Matemática y Biología**

## **BIOMAT 2016**

Huerta Grande, Córdoba, del 1 al 5 de agosto de 2016



## ¡Bienvenidos a la 7° 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**

Dr. Gustavo Sibona.  
Dr. Alejandro Guidobaldi.  
Dr. Santiago Benítez Vieyra.  
Dr. Alejandro Vilcaes.  
Dra. Julia Astegiano.  
Dr. Juan Pablo Agnelli.  
Dr. Jorge Revelli.  
Dra. Paula Nieto.  
Dr. Lucas Barberis.  
Dr. Javier Sparacino.  
Dr. Damián Knopoff.  
Dra. Jackeline Kembro.  
Lic. Ana Schaigorodsky.

### **Comité científico**

Dr. Carlos CONDAT , IFEG y FaMAF, Universidad Nacional de Córdoba.  
Dr. Francisco TAMARIT, IFEG y FaMAF, Universidad Nacional de Córdoba.  
Dra. Cristina TURNER , CIEM y FaMAF, Universidad Nacional de Córdoba.  
Dr. Fernando MOMO , Universidad Nacional de General Sarmiento, Los Polvorines.  
Dr. Gabriel FABRICIUS, Instituto de Investigaciones Fisicoquímicas Teóricas y Aplicadas, La Plata.  
Dr. Paulo MANCERA, Universidad Estadual de Sao Paulo, Botucatu, Brasil.

### **Auspiciantes**

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET): CIEM, IFEG, IMBIV, CIQUIBIC, IIBYT  
Universidad Nacional de Córdoba (UNC): FaMAF, FCFEyN, FCQ  
Sociedad de Biología de Córdoba  
Asociación Física Argentina





# Índice general

<b>Índice general</b>	<b>7</b>
<b>Cursos</b>	<b>9</b>
Peretti . . . . .	11
Ordano . . . . .	11
Kuperman . . . . .	11
<b>Exposiciones orales</b>	<b>13</b>
<b>Miércoles 3</b>	<b>15</b>
Kuperman. . . . .	15
Condat. . . . .	16
Charlas seleccionadas. . . . .	16
<i>Alliera.</i> . . . .	16
<i>Daza.</i> . . . .	17
<b>Jueves 4</b>	<b>18</b>
Fariello. . . . .	18
de Arruda Mancera. . . . .	18
Vilches. . . . .	19
Bustos/Levstein. . . . .	20
Simoy. . . . .	21
Ordano. . . . .	21
Quiroga. . . . .	22
Puiatti. . . . .	23
Charlas seleccionadas. . . . .	23
<i>Cogo.</i> . . . .	23
<i>Baravalle.</i> . . . .	23
<i>Benavídez.</i> . . . .	24
<i>Ferrari.</i> . . . .	25
<i>Moyano.</i> . . . .	25
<i>Di Bella.</i> . . . .	26
<b>Viernes 5</b>	<b>27</b>
Fernández Ferreyra. . . . .	27
Calfa. . . . .	27
Almirón. . . . .	29
Campo. . . . .	29
Fabricius. . . . .	30

**Presentaciones murales**

**31**

**Notas**

**49**



# **Cursos**



**Dr. Alfredo Peretti** *Aracnología, Biología Reproductiva.*  
 IDEA-CONICET-UNC. Córdoba, Argentina.

Selección sexual en animales. Conceptos clásicos y modernos. Sistemas de apareamiento. Estrategias reproductivas en machos y hembras. Roles. Sistemas de persuasión vs. cohesión sexual. Elección de pareja vs. conflicto sexual. Rol de comportamiento y su plasticidad para estrategias alternativas variables. Modelos animales para el estudio de la selección sexual: artrópodos (arácnidos e insectos).

**Contacto:** aperetti@com.uncor.edu

**Dr. Mariano Ordano** *Ecología Evolutiva de Interacciones Planta-Animal.*  
 UEL-FML-CONICET San Miguel de Tucumán, Argentina.

- **La naturaleza estratégica de las plantas:** ¿Qué es una planta? Características físicas, morfológicas, fisiológicas, genéticas, de desarrollo y ecológicas. Niveles de organización biológica. Principales diferencias entre animales y plantas. Ecología del comportamiento de animales y plantas. Ecología y evolución de interacciones planta-animal. Las plantas como sistema para el estudio de estrategias en interacciones bióticas.
- **Estrategias de las plantas para lidiar con el ambiente:** ambiente abiótico y biótico. Principales ejes de estudio de la ecología evolutiva de estrategias en plantas. Estrategias de mantenimiento, de defensa y reproductivas. Estrategias de las plantas, teoría de optimización y teoría de juegos.
- **El reto de la cuantificación de las estrategias:** Caracterización de rasgos de las plantas. Niveles de organización sub-individual y aproximaciones numéricas. Caracterización discreta y continua de rasgos. Caracterización a nivel individual, caracteres únicos y caracteres múltiples. Modularidad e integración. Caracterización basada en momentos de la distribución normal. Aproximaciones de representación numérica y modelado.

**Contacto:** mariano.ordano@gmail.com

**Dr. Marcelo Kuperman** *Teoría de Juegos y Juegos Evolucionarios.*  
 Instituto Balseiro - Centro Atómico Bariloche.

- **Introducción a los juegos:** Jugadores, estrategias, payoffs. Equilibrios de Nash puro y mixto. Cálculo del equilibrio mixto. Ejemplos de juegos : El Dilema del Prisionero, el Halcón y la Paloma, Piedra, Papel y Tijera, la Batalla de los Sexos y otros. I
- **Introducción a los Juegos Evolucionarios:** Fundamentación biológica de los juegos evolucionarios. La ecuación del replicador (RE) para juegos evolucionarios. Equivalencia entre RE y los modelos de Lokta-Volterra en biología. Propiedades de los estados estacionarios de la RE y su relación con los equilibrios de Nash subyacentes en el juego. Dinámica de la RE para los juegos ya introducidos.

- **Extensión de RE a grafos (Charla de Workshop):** definición de grafo y matriz de adyacencia. Sistemas dinámicos en grafos. Acoplamiento entre nodos. Dinámica de la RE en grafos. Ejemplos: redes de microorganismos y dinámica del cerebro entre otros.

**Contacto:** [kuperman@cab.cnea.gov.ar](mailto:kuperman@cab.cnea.gov.ar)

# **Exposiciones orales**



## Miércoles 3

18:00h  
Plenaria

### **Modelos ecológicos a escalas micro y macro.**

Marcelo Kuperman

*IB-CNEA, Bariloche.*

En esta charla se presentarán dos líneas de investigación con claros aspectos interdisciplinarios, y que involucran a biólogos, físicos y antropólogos. La primera de ellas estudia un sistema de interés regional y que apunta a comprender la ecología del bosque templado andino y en particular la relación simbiótica entre dos de sus especies claves: el monito de monte y el quintral. Ambos desarrollaron una relación mutualista de alimentación y dispersión de semillas. En esta charla abordaremos el problema desde el análisis del movimiento animal, en forma de una caminata aleatoria, como de la dispersión de semillas en forma de ecuaciones de reacción-difusión. La segunda línea de investigación intenta comprender los caminos que llevaron a la extinción de la megafauna sudamericana hacia el final del Pleistoceno. El fenómeno ocurrió de manera simultánea con dos profundas modificaciones de los ecosistemas: los cambios ambientales de las últimas glaciaciones y la invasión humana. Con la intención de analizar los posibles efectos individuales y combinados de estos dos factores, hemos propuesto un modelo simplificado. En efecto, los resultados resaltan la importancia de modelar este efecto combinado de los factores antrópicos y ambientales para describir apropiadamente la dinámica de este complejo ecosistema. Finalmente, analizamos el papel del tamaño del sistema, obteniendo un tiempo de extinción que se compara de manera interesante con los observados en el registro paleontológico.

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

19:00h  
Semiplenaria

### **Un modelo espacio-temporal para el crecimiento de tumores sólidos cuando es mediado por células madre.**

Carlos Condat

*IFEG, CONICET and Facultad de Matemática, Astronomía, Física y Computación, UNC, Córdoba.*

Hay cada vez más evidencia de que el crecimiento del cáncer es frecuentemente mediado por células madre cancerosas, una variedad patológica de las células madre normales. Se supone que estas células, cuyo comportamiento estaría fuertemente influenciado por el ambiente local, tienen la capacidad de escapar la terapia citotóxica y serían entonces responsables por el desarrollo de la resistencia. Hemos desarrollado un modelo simulacional para el crecimiento de tumores sólidos, cuando este es debido a las células madre cancerosas. En este modelo consideramos una red poblada por cinco tipos celulares: células sanas, células cancerosas diferenciadas, células madre cancerosas en ciclo (CMCC), células madre cancerosas quiescentes (CMCQ) y células muertas. Establecemos un conjunto de reglas para la diferenciación celular, la mitosis y la muerte; en cada nodo de la red estos procesos son regulados por las concentraciones celulares en nodos vecinos. Por ejemplo, las CMCQ pueden diferenciarse en células cancerosas diferenciadas cuando la densidad media de células cancerosas (CMCC, CMCQ y células cancerosas diferenciadas) en su vecindad excede un umbral UD. Comenzando con una semilla de células madre cancerosas, mostramos que el tumor crece de manera que la mayoría de las células madre se ubican en la periferia, mientras que las células cancerosas diferencia-

das forman la mayor parte del volumen interior. Luego de un algún tiempo, una zona necrótica emerge en la zona central. Investigamos la sensibilidad del sistema a cambios en los diversos parámetros relevantes, tales como el umbral  $U_D$ , la tasa de diferenciación de las CMCQ y la tasa de transformación de CMCQ en CMCC. Finalmente, exploramos las condiciones para el éxito de una terapia de diferenciación en la que un agente diferenciador terapéutico, tal como el ácido retinoico, se difunde desde el sistema vascular y es absorbido por las CMCQ, induciéndolas a diferenciarse cuando la concentración local del agente diferenciador excede un cierto umbral.

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

**Otros autores:** J. Rivera y R.A. Ramos,

Departamento de Física, Universidad de Puerto Rico, Mayaguez, PR 00681, EE.UU.

19:30h

Charlas seleccionadas

Matemática

## **El Modelo de la Glucólisis controlado por el Método de Pyragas.**

Carlos Héctor Daniel Alliera.

*FCEyN-UBA, Adrogué.*

Bajo ciertas condiciones el ciclo de la glucólisis puede tornarse caótico. En esta presentación se analizará cómo estabilizar mediante el método de control de K. Pyragas una solución aperiódica del modelo autónomo de ecuaciones diferenciales de la glucólisis. Este enfoque nos permitirá encontrar soluciones aplicando conceptos de ecuaciones diferenciales con retardo. Además, se analizará con Teoría de Grado Topológico una versión no autónoma de este modelo para la cual vamos a demostrar, bajo condiciones apropiadas, la existencia de soluciones periódicas mediante el uso de homotopías.

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

**Otros autores:** Fernando Montani.

Física

## **Sincronización de Redes Complejas en Corteza Visual con interacciones competitivas dependientes de la distancia.**

Yudy Carolina Daza C.

*FiEstIn-CAB, CONICET, UNC, Bariloche.*

En este trabajo proponemos un modelo sencillo para la formación de patrones espacio-temporales en la corteza visual. En el modelo las propiedades estructurales de la red y la dinámica de los nodos co-evolucionan. En particular consideramos el mecanismo de interacciones competitivas propuesto por Assenza et al. (Scientific Reports 1, 99 (2011)), donde los nodos tienden a fortalecer los lazos con nodos con dinámicas similares, pero al mismo tiempo se conservan los valores de interacción que recibe cada nodo. Incorporamos a este modelo un nuevo ingrediente: la distancia física entre los nodos. Primero realizamos un embebido de la red compleja de interacciones en un plano bi-dimensional y luego incorporamos diferentes formas



funcionales para las interacciones que tienen en cuenta las distancias entre nodos. El modelo da lugar a comportamientos emergentes que permiten reproducir cualitativamente patrones observados en la corteza visual.

**Contacto:** [yudy.caro@ib.edu.ar](mailto:yudy.caro@ib.edu.ar)

**Otros autores:** Pablo Martín Gleiser, Francisco Antonio Tamarit.

## Jueves 4

9:00h

Semiplenaria

### **Darwin en el país de las matemáticas.**

María Inés Fariello

*Instituto Pasteur - Facultad de Ingeniería, Universidad de la República, Uruguay.*

Gracias a la modelización matemática se pudo unificar la teoría de evolución de Darwin, donde la principal fuerza evolutiva era la selección natural, con la teoría de Mendel, de transmisión de características de padres a hijos, donde un hijo hereda una característica determinada de cada padre con cierta probabilidad. En esta charla veremos un modelo que unifica estas teorías. Además veremos algunos tests estadísticos para detectar qué genes evolucionaron bajo selección.

**Contacto:** fariello@fing.edu.uy

9:30h

Semiplenaria

### **MTD and metronomic chemotherapies through mathematical models**

Paulo F. A. Mancera

*Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, Brasil.*

In this work we consider some fractional calculus models to describe the dynamics of tumor cells under the action of the immune system and chemotherapy. The numerical methods Multi-Step Generalized Differential Transform Method and Nonstandard Finite Difference Schemes are used to solve the equations.

**Otro autores:** Diego S. Rodrigues and Rafael T. Guiraldello

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

10:00h

Semiplenaria

### **Resultados de Existencia y Blow-up para el modelo de Patlack-Keller-Segel de dos especies en $\mathbb{R}^2$ .**

Karina Vilches Ponce

*Universidad Católica del Maule, Talca, Chile.*

El modelo de Patlack-Keller-Segel (PKS) es un sistema de EDP parabólico, el cual modela el comportamiento de amebas, bacterias y organismos unicelulares, los cuales se caracterizan por presentar movimientos quimiotácticos. La quimiotaxis hace referencia a un movimiento dirigido por el gradiente de un químico en dirección positiva o negativa, es decir, los organismos se repelen o agregan en el punto de mayor concentración. Para las soluciones del sistema PKS se conjeturó, que bajo ciertas condiciones de parametros podríamos tener Blow-up o existencia

global de soluciones. En este sentido, Childress and Percus en [1] propusieron la existencia de un número umbral, tal que si la masa inicial estaba sobre esta cantidad tendríamos blow-up y en caso contrario, existencia global en tiempo. Diferentes autores han probado que este número existe y es  $8\pi/\chi$  para el caso de una especie, donde  $\chi$  es la sensibilidad de la población al químico. En esta charla, veremos los resultados que permitieron extender esta conjetura al caso de dos poblaciones, problema formulado por Wolansky en [4] y resuelto durante mi tesis de Doctorado en conjunto con E. Espejo y C. Conca. En esta presentación revisaremos con detalle la respuesta matemática a la siguiente pregunta: Cuál es la condición sharp en el plano de masas análoga para el número  $8\pi/\chi$ , en el caso de dos especies?

[1] S. Childress, J.K. Percus: Chemotactic collapse in two dimensions, Lecture Notes in Biomathematics 56, pp. 217-237 1986.

[2] E. Espejo, K. Vilches, C. Conca: Sharp condition for blowup and global existence in a two species chemotactic KellerSegel system in  $\mathbb{R}^2$ , European Journal of Applied Mathematics, pp. 1-17, 2013 .

[3] C. Conca, E. Espejo, K. Vilches: Remarks on the blowup and global existence for a two species chemotactic Keller Segel system in  $\mathbb{R}^2$ , European Journal of Applied Mathematics, vol. 22, pp. 553-580, 2011.

[4] G. Wolansky: Multi-components chemotactic system in the absence of conflicts., European Journal of Applied Mathematics, vol 13, pp. 641-661, 2002 .

**Contacto:** kvilches@ucm.cl

11:00 hs

Sesión temática

## **Un modelo para la especificación espacial de la expresión génica por mezclado de efecto de factores de transcripción.**

Fernando Levstein y Mauricio Bustos

*UNC, Córdoba y UMBC, Baltimore, EEUU.*

En organismos multicelulares existen mecanismos moleculares que conducen la expresión selectiva de la información genómica, lo que a su vez subyace al desarrollo de formas complejas y funciones características. Aquí describimos un modelo cuantitativo de especificación espacial en base a la mezcla de los efectos de factores de transcripción (MEFT), y su aplicación a la regulación de la expresión génica durante la segmentación del embrión temprano de la mosca *Drosophila melanogaster*. El modelo combina los perfiles de abundancia de monómeros y dímeros de ocho factores de transcripción para segmentación (bicoid, caudal, hunchback, giant, knirps, kruppel, tailless y el factor compuesto torRE [1,2]) en una función de expresión predicha que reproduce los patrones de expresión a nivel de mRNA observados in vivo [2]. El parámetro clave de cada factor de transcripción es su coeficiente de mezclado, que se interpreta como el producto de la concentración efectiva, la fracción molar adherida al ADN, el efecto específico sobre la expresión y en caso de ser necesaria, una constante de equilibrio para la dimerización. Mostraremos que la expresión de genes conducida por 44 módulos regulatorios en cis (MRC)[2,3] puede ser reproducida fielmente usando modelos MEFT múltiples, que difieren entre si en el conjunto de perfiles de factores de monómeros y dímeros empleados. Los modelos MEFT ofrecen una explicación natural para el origen de la expresión génica segmentada. También superan el desempeño de enfoques termodinámicos y consiguen una reducción significativa de la complejidad y cantidad de los cálculos necesarios.

**Contacto:** levstein@famaf.unc.edu.ar / bustos@umbc.edu

11:30 hs

Sesión temática

## **Modelando el uso de sitios a partir de registros de cámaras trampa.**

Verónica Simoy

*Instituto Multidisciplinario sobre Ecosistemas y Desarrollo Sustentable, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.*

En los últimos años se ha incrementado la utilización en el campo de las llamadas cámaras-trampa, que consiste en colocar cámaras automatizadas que obtienen fotos de los individuos que son detectados por un sensor infrarrojo. Éstas han permitido conocer la riqueza de especies, sobre todo de grandes mamíferos, y detectar especies sigilosas o de hábitos nocturnos, que mediante otros métodos de muestreo, no había sido posible observar.

Las cámaras trampa permiten tener grandes bases de datos que son registros de presencia. Sin embargo, estos registros son el resultado de dos procesos: (a) la presencia real de la especie y (b) la detección del individuo por parte de la cámara. Mientras que un registro de presencia expresa la existencia de uno o más individuos de la especie estudiada, la falta de un registro (esto es la ausencia) es ambiguo ya que el animal efectivamente puede no estar presente o bien puede que esté presente, pero que no haya sido detectado por el sensor. Como consecuencia de esto, los registros de presencia que no tienen en cuenta la probabilidad de detección son de una utilidad limitada y, por lo tanto, no permiten comparaciones confiables entre distintas áreas. Por esta razón, se ha incorporado la probabilidad de detección en modelos de presencia-ausencia con el fin de determinar la probabilidad de ocupación o uso de un sitio por parte de una especie. Si bien el uso de modelos de ocupación de sitios ha crecido en los últimos años ha habido muy pocos estudios que apliquen este enfoque a datos de cámaras trampa. En este trabajo se estimó la probabilidad de detección y de uso de sitios por parte de tres especies de mamíferos: Puma concolor, Pantera onca y Leopardus pardalis en el estado de Michoacán, México. Los registros de detección se obtuvieron a partir de las imágenes obtenidas de las cámaras trampa que fueron ubicadas al borde de senderos, caminos y manantiales. Dado que las características de los sitios pueden afectar la probabilidad de uso se consideraron las siguientes variables al momento de modelar: precipitación, temperatura, elevación, distancia a caminos, distancia a fuentes de agua, ubicación de la cámara (manantial o vereda), tipo de bosque y la cantidad de presas detectadas en el sitio. Además la probabilidad de detección podría ser afectada por la presencia de presas o de especies competidora.

En el caso del puma, Puma concolor, se observó que la elevación, la temperatura media anual y las precipitaciones de los sitios afectan su uso siendo más frecuente su presencia en sitios más elevados, con menor temperatura y mayores precipitaciones anuales. Además, se observó que la cantidad de presas detectadas en los sitios afectó positivamente el uso de los mismos. Por otra parte, se encontró que en los sitios donde se detectó al ocelote, Leopardus pardalis, hubo mayor cantidad de pumas que en aquellos donde no se lo detectó. Para el jaguar, Pantera onca, se observó que el número total de venados detectados fue significativamente diferente entre sitios donde se detectó la especie, y aquellos donde la especie no fue detectada.

El mejor modelo de ocupación para el puma nos indica que la ocupación de los sitios se ve afectada positivamente por la cantidad total de presas, la precipitación anual y la distancia a los caminos, mientras que se ve afectada negativamente con la temperatura media anual. En el caso del jaguar la cantidad total de presas también afecta positivamente la ocupación de los sitios. Tanto en el caso del puma como del jaguar la detección estuvo afectada positivamente por la cantidad de venado en cada visita.

Los resultados obtenidos confirman las hipótesis planteadas a priori por los expertos y nos alientan a desarrollar modelos de coocurrencia. El objetivo de estos es determinar si las probabilidades de uso y detección se ven afectadas por el uso o la detección de otra especie que coexiste.

**Otros autores:** Igor Berkunsky (1), Claudia Marinelli (1), Rosana Cepeda (1), Tiberio Monterrubio-Rico (2), Agustina Cortelezzi (1).

(1) Instituto Multidisciplinario sobre Ecosistemas y Desarrollo Sustentable, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. (2) Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

**Contacto:** vsimoy@gmail.com

12:00 hs

Sesión temática

### **El valor adaptativo de la variación sub-individual en caracteres de las plantas en mutualismos planta-animal.**

Mariano Ordano

*UEL-FML-CONICET San Miguel de Tucumán.*

Los mutualismos entre plantas y animales como la polinización y la dispersión de semillas son relaciones comunes en la naturaleza. Típicamente, las plantas ofrecen recompensas a los animales a cambio de un servicio (polinización, dispersión). Generalmente hay una alta variación en la oferta de recompensas, entre plantas y dentro de plantas (variación sub-individual), y los animales responden a esta variación. En este juego de intercambio de recompensas por servicios, la selección natural promovería la evolución de estrategias de engaño en las plantas, así como el mantenimiento de niveles altos de variación. Para sustentar estas premisas, se presentan ideas teóricas, dos estudios de caso experimentales que emulan sistemas de polinización y dispersión, y resultados de estudios observacionales. Este conjunto de evidencias revela que la variación a nivel sub-individual es mantenida por selección natural mediada por animales mutualistas, lo cual permitiría la evolución de estrategias de las plantas basadas en la variación sub-individual de recompensas.

**Contacto:** mariano.ordano@gmail.com

14:30h

Semiplenaria

### **Vinardo: Una función de puntuación basada en Autodock Vina con mejores capacidades de predicción de afinidades, docking, y cribado virtual.**

Rodrigo Quiroga,

*Instituto de Investigaciones en Fisicoquímica de Córdoba (INFIQC), CONICET – Departamento de Matemática y Física, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Nacional de Córdoba.*

Autodock Vina es un programa de docking ligando-proteína muy popular, altamente citado y de código abierto. Basados en la función de puntuación (scoring function) del Vina, hemos desarrollado una función de puntuación que llamamos Vinardo, por Vina RaDii Optimized. En el enfoque tradicional para entrenar funciones de puntuación se utiliza regresión lineal para optimizar la correlación entre las afinidades de unión predichas con las afinidades experimentales. Aquí demostramos que esta estrategia no necesariamente da lugar a una función con buenas

capacidades de docking. Vinardo fue entrenado a través de un enfoque novedoso que relaciona la capacidad de docking de una función de puntuación con la presencia de mínimos locales cercanos a la estructura cristalográfica de un dado complejo ligando-proteína. Utilizando esta idea junto con ensayos de redocking y siguiendo la correlación entre afinidad predicha y experimental, hemos desarrollado una función de puntuación simplificada con una mejor performance general. Aquí presentamos el desarrollo de la función de puntuación, poniendo de relieve sus diferencias con Vina. Además comparamos el rendimiento de las dos funciones en la predicción de afinidades, redocking, y cribado virtual. Vinardo supera a Vina en todas las pruebas realizadas, para todos los conjuntos de datos analizados.

**Autores:** Rodrigo Quiroga, Marcos A. Villarreal.

15:00h  
Semiplenaria

## **Aplicaciones del modelado molecular al estudio de inhibidores de acetilcolinesterasa y tirosinasa.**

Marcelo Puiatti

*INFIQC. Instituto de Investigaciones en Físico-Química de Córdoba, Departamento de Química Orgánica, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Nacional de Córdoba.*

En nuestro trabajo empleamos herramientas de Modelado Molecular para estudiar problemas de reconocimiento molecular en proteínas. Utilizando cálculos de docking molecular construimos complejos enzima-ligando. Las propiedades de estos complejos son analizadas mediante simulaciones de dinámica molecular. Los resultados del modelado siempre son complementarios a estudios experimentales en proyectos conjuntos. En la actualidad trabajamos en dos sistemas: 1 - Asistencia al diseño de inhibidores duales de la acetilcolinesterasa (AChE) para el tratamiento de la enfermedad de Alzheimer. La AChE es considerada uno de los blancos para el tratamiento de esta enfermedad. Una de las corrientes actuales en el diseño de nuevos inhibidores busca compuestos que puedan unirse tanto al sitio activo como a la entrada de la cavidad, inhibiendo la hidrólisis de acetilcolina e interfiriendo en la formación de nuevos agregados de -amiloides facilitada por la AChE. 1 Partiendo de un producto alcaloide esterooidal natural (solonocapsina) como plataforma de síntesis se construyó una librería de 30 compuestos con valores de IC<sub>50</sub>, desde el rango M a nM. 2 Estudios de modelado molecular permiten plantear posibles geometrías de los complejos, y estimar la energía de ligado. A partir de estos resultados se construyó un modelo de correlación lineal entre la actividad experimental y las energías de ligado. Esto permitiría predecir la actividad de nuevos compuestos de la serie. 2 - Estudio de chalconas y flavononas de origen natural como inhibidores de tirosinasa. En este trabajo, se estudian flavononas y chalconas. Se plantea que estos compuestos de origen natural, en su mayoría extraídas de *Dalea boliviana*,<sup>3</sup> pueden funcionar como inhibidores de esta enzima.<sup>4</sup> La variedad estructural de las flavononas a estudiar permitirá realizar estudios de estructura-actividad tratando de racionalizar el efecto de los sustituyentes.

1. Muñoz-Torrero, D. *Curr. Med. Chem.* 2008, 15 (24), 2433-2455. 2. García, M. E.; et al. *Steroids* 2015, 104, 95-110. 3. Peralta, M. A.; Ortega, M. G.; Agnese, A. M.; Cabrera, J. L., *J. Nat. Prod.* 2011, 74 (2), 158-62. 4. Chang, T.-S. *Int. J. Mol. Sciences* 2009, 10 (6), 2440-2475.

**Autores:** José L. Borioni, Noelia Gorod, Manuela E. García, M. Gabriela Ortega, Alicia B. Peñeñory, Marcelo Puiatti y Adriana B. Pierini.

**Contacto:** mpuiatti@fcq.unc.edu.ar

15:30h  
Charlas seleccionadas

Biología

## **Respiración celular y fuerza protón motriz en motores celulares.**

Carolina Cogo.  
*UNLP, La Plata.*

Sobre la base de la quimiosmótica se han derivado modelos matemáticos que relacionan la velocidad respiratoria, la fuerza protón motriz y la fosforilación oxidativa en bacterias. A partir del uso de un sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias, construimos un modelo cinético metabólico para relacionar el proceso de respiración en *Bradyrhizobium diazoefficiens*, la cual es una bacteria Gram-negativa que se caracteriza por poseer sistemas flagelares duales. Uno de los sistemas es constitutivo mientras que el otro se expresa con arabinosa, pero no con manitol, como única fuente de carbono y energía. Estas fuentes actúan como donantes (D) de electrones al  $O_2$ , que actúa como aceptor (A). Hemos observado que la tasa de consumo de  $O_2$  en *B. diazoefficiens* es tres veces más alta con arabinosa que con manitol, lo cual indica que la expresión diferencial de los flagelos puede tener una base energética. Por lo tanto nuestro modelo se focaliza en las reacciones que tienen lugar en la membrana celular, la formación de ATP y la rotación del flagelo. Presentaremos resultados que nos permiten relacionar el modelo cinético con las medidas experimentales.

**Contacto:** carolina.cogo@yahoo.com.ar

**Otros autores:** Augusto Melgarejo, Aníbal Lodeiro y M. Flavia Luna.

Física

## **Cálculo de la distribución de probabilidad de disparos de una neurona teniendo en cuenta el ruido de la actividad de la red.**

Román Baravalle.  
*IFLYSIB, UNLP-CONICET, La Plata.*

El estudio de la dinámica de una neurona teniendo en cuenta las corrientes de fondo y la posible influencia del acoplamiento epháptico de la red ha sido un tema importante durante mucho tiempo en la neurociencia computacional. En nuestro trabajo proponemos una posible solución de la ecuación de Fokker Planck de una neurona usando un método de análisis basado en la integral de caminos para calcular la distribución de probabilidad de los potenciales de inicio del spike teniendo en cuenta el ruido de fondo y las posibles contribuciones de la actividad de fondo circundante. Consideramos un ruido no Gaussiano como posible fuente de actividad correlacionada neural y estimamos la complejidad, entropía e información Fisher del sistema para caracterizar su dinámica.

**Contacto:** romanbaravalle@gmail.com

**Otros autores:** Fernando Montani.

Biología

## Red de interacciones entre una comunidad de loros y sus plantas alimenticias en las Yungas de Jujuy.

Analía Benavídez

*Instituto de Ecorregiones Andinas (INECOA), San Salvador de Jujuy.*

Las interacciones entre plantas y animales son fundamentales para el funcionamiento de los ecosistemas. Los psittacidos son conocidos por establecer relaciones negativas con las especies de plantas que consumen, sin embargo el rol ecológico como antagonistas o mutualistas depende del contexto: disponibilidad de alimentos, parte de la planta consumida, época del año, entre otros. El objetivo de este estudio es describir las características de la red de interacción entre psittacidos y sus plantas alimenticias en la Selva Pedemontana de Jujuy, Argentina y como varía la estructura de la red entre estaciones. En total se registraron 748 interacciones entre 7 especies de psittacidos y 30 especies de plantas; 394 en estación seca (ES) y 356 en estación húmeda (EH). Mas del 60 % de las interacciones registradas en la ES se dieron por *Amazona aestiva* y *Pionus maximiliani*, mientras que en la EH *P.maximiliani* y *Pyrrhura molinae* registran más del 80 % de las interacciones. De acuerdo al índice de Fortaleza (S) las especies de plantas más importantes en la ES fueron *Anadathera colubrina* (S=0.34), *Melia azedarach* (S=0.10) y *Parapiptadenea excelsa* (S=0.086) y en la EH fueron *Tipuana tipu* (S=0.19), *Juglans australis* (S=0.16) y *Celtis iguanae* (S=0.14). La conectancia de las redes fue baja entre las estaciones (0.28 en EH y 0.31 en HS), y la robustez para los loros fue alta en ambas estaciones (0.81 en EH y 0.85 en HS). Los patrones de ciertas características de las redes se mantienen similares entre las estaciones, reflejando una baja especialización en la red pero una estabilidad alta.

**Contacto:** [analiab87@gmail.com](mailto:analiab87@gmail.com)**Otros autores:** Amado Alejandro (Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Jujuy)

Matemática

## Análisis de Estabilidad de un Modelo de Orden Fraccionario para el Tratamiento de la Infección por VIH.

Alberto José Ferrari.

*FCEIA - UNR, Rosario.*

Ante el problema de la infección por parte del virus de inmunodeficiencia humana (VIH) de células T CD4<sup>+</sup>, considerando además el efecto causado por la terapia de tratamiento al individuo portador, se presenta un modelo analítico con ecuaciones de difusión fraccionarias respecto al tiempo para la densidad de células sanas y la densidad de células infectadas, con el fin de comprobar cómo evoluciona la infección y si es posible encontrar un estado de equilibrio entre células sanas e infectadas. El modelo fraccionario con derivadas fraccionarias de Caputo es el siguiente:

$$\begin{cases} D^\alpha(T) &= s - kLT - \mu T + (\eta\epsilon + b)I \\ D^\alpha(I) &= kLT - (\mu_1 + \epsilon + b)I \\ D^\alpha(V) &= (I - \eta)\epsilon I - \delta V \\ D^\alpha(L) &= N\delta V - cL \end{cases}$$

donde  $T$  representa la densidad de células T CD4<sup>+</sup> susceptibles;  $I$  representa la densidad de células T CD4<sup>+</sup> infectadas antes de la transcripción inversa;  $V$  representa la densidad de células



T CD4<sup>+</sup> infectadas en las que la transcripción inversa es completada y son capaces de producir virus;  $L$  representa la densidad del virus;  $0 < \alpha \leq 1$  es el orden de derivación fraccionario; y  $s; k; \mu; \eta; \epsilon; b; \mu_1; \delta; N; c$  son parámetros. Se demuestra existencia y unicidad de la solución al modelo, y se resuelve numéricamente utilizando el Método del Trapecio Generalizado, estudiando además la convergencia y estabilidad del modelo.

**Contacto:** aferrari@fceia.unr.edu.ar

**Otros autores:** E. A. Santillan Marcus

Matemática

## **Modelo de dinámica y control de epidemia de dengue con información a gran escala.**

Gabriel Eduardo Moyano.

*FCEfyn - UNC - Conicet, Córdoba*

En este trabajo se presentará un modelo para el control de una epidemia de fiebre dengue, presentado como un problema de optimización sujeto a una dinámica espacio-temporal de la enfermedad. En una primera parte se propone dar un sistema de ecuaciones diferenciales que representan la dinámica espacio-temporal de un brote de fiebre dengue con parámetros obtenidos mediante información de los sensores de gran escala. La dinámica propuesta para los vectores es derivada de una ecuación de reacción-difusión no homogénea donde además se agregan las ecuaciones diferenciales que representan la población de los huéspedes. De aquí se obtendrá un modelo que en la bibliografía clásica se conoce como  $S - E - I$  para los vectores y  $S - E - I - R$  para los huéspedes. A continuación en una segunda parte se planteará un problema de optimización donde se introduce una variable de control que representa una posible estrategia de fumigación, de tal forma que el objetivo del problema es encontrar una estrategia óptima en el sentido que se minimiza la cantidad de huéspedes expuestos al virus de la enfermedad y la cantidad de insecticida en las fumigaciones, esto además sujeto a un conjunto de restricciones que se derivan del modelo físico. Para finalizar se expondrán los resultados obtenidos mediante algunas simulaciones de terrenos ficticios y las conclusiones que se desprenden de estas simulaciones.

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

Física

## **Cascadas de señalización transmiten información río arriba y río abajo, pero muy difícilmente en ambas direcciones simultáneamente.**

Juan Pablo Di Bella

*IFIBYNE, Buenos Aires.*

La transducción de señales es el proceso mediante el cual las células se comunican con el exterior, interpretando estímulos y respondiendo a ellos. Este mecanismo está controlado por cascadas de señalización, que son capaces de transmitir información bioquímica entre la membrana celular y el núcleo. Se ha demostrado, teórica y experimentalmente, que una perturbación puede propagarse río arriba (y no sólo río abajo) en una cascada por un mecanismo conocido como retroactividad. En esta charla se propone un breve repaso de parte de la evidencia experimental existente de retroactividad (o modulación por "targets"), seguido por una síntesis de

las distintas formas de modelar reacciones y cascadas de fosforilación y finalmente se cuentan los resultados del trabajo recientemente publicado. En el mismo se estudian analítica y numéricamente las condiciones (en términos de los parámetros bioquímicos) que debe satisfacer una cascada de 3 niveles de fosforilación (y desfosforilación) a la que se le agrega una "targetrío abajo. Identificamos condiciones necesarias para que la señalización funcione solo río abajo, solo río arriba (vía retroactividad) o en ambas direcciones. Cuantificamos también la probabilidad de señalizar en una, otra o ambas direcciones.

**Contacto:** [ajuandb84@gmail.com](mailto:ajuandb84@gmail.com)

**Otros autores:** Simona Catozzi, Alejandra C Ventura, Jacques-Alexandre Sepulchre

---

## Viernes 5

9:30h

Semiplenaria

### **Estimación del cambio en una población de ranas en función del terreno.**

Damián Fernández Ferreyra

*CIEM-CONICET, FaMAF-UNC, Córdoba.*

El impacto que las modificaciones del hábitat tienen sobre especies nativas es un tema de estudio importante. Con el fin de determinar el impacto en la población de una especie de rana que vive en las yungas jujeñas, proponemos utilizar un modelo gobernado por ecuaciones en derivadas parciales y determinar los parámetros dependientes del terreno que provean el mejor ajuste de la distribución poblacional del modelo con la real. Mostraremos la formulación matemática del problema, su resolución computacional y su uso como herramienta predictiva.

**Contacto:** [dfernandez@famaf.unc.edu.ar](mailto:dfernandez@famaf.unc.edu.ar)

**Otros autores:** L. Biedma, M. Martínez, M. Zárate.

10:00h

Semiplenaria

### **Transmisión sináptica y plasticidad estructural en modelos animales de aprendizaje y memoria.**

Gastón Calfa

*IFEC-CONICET Departamento de Farmacología, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Nacional de Córdoba.*

Los principios Hebbianos del aprendizaje, como así también las teorías de redes neuronales, asumen que la fuerza de la conectividad sináptica está sujeta a un control independiente. Las sinapsis excitatorias en neuronas piramidales residen fundamentalmente en proyecciones dendríticas denominadas espinas, las cuales presentan un alto dinamismo estructural. De esta manera, se sugiere que la morfología de las espinas dendríticas sería determinante para la función sináptica y su rol en la traza de memoria. En este sentido, la remodelación de las sinapsis existentes y la formación de nuevas espinas conducirían a cambios duraderos en la red neuronal que subyacería al comportamiento observado (memoria). Es ampliamente aceptado que durante los procesos de aprendizaje y memoria, existen cambios fisiológicos reversibles en la transmisión sináptica en el SNC, los cuales contribuyen también a estabilizar o consolidar la persistencia de una memoria. En este marco conceptual, se realizará una descripción de los progresos científicos relacionados al dinamismo estructural de las espinas dendríticas y la transmisión sináptica en un proceso de aprendizaje y memoria en particular, el condicionamiento de miedo contextual. Estas evidencias contribuirían a comprender el modo en que el organismo procesa y almacena información biológicamente relevante para su supervivencia.

**Contacto:** [gcalfa@fcq.unc.edu.ar](mailto:gcalfa@fcq.unc.edu.ar)

11:00 hs

Sesión temática

## **ArBovirus en la Argentina y sus vectores.**

Walter Almirón

*IIBYT, CONICET, Córdoba*

El término arbovirus es una denominación ecológica, no una categoría taxonómica, que se refiere a virus transmitidos por artrópodos (arthropod borne virus), entre los cuales los mosquitos son los más importantes. En la Argentina se ha detectado circulación de arbovirus pertenecientes a 3 Familias (Flaviviridae, Togaviridae, Bunyaviridae). Entre los arbovirus de interés para el país, se pueden citar los virus Dengue (DEN), Yellow Fever, St. Louis Encephalitis (SLE), West Nile (WN), Western Equine Encephalitis, Eastern Equine Encephalitis, Venezuelan Equine Encephalitis, Bunyanwera. Actualmente la Argentina se enfrenta al posible ingreso de los virus Zika (ZIK) y Chikungunya.

En 2005, se produjo un brote por virus SLE en la ciudad de Córdoba, el que fue estudiado por nuestro equipo siendo el primero que se estudió en la Argentina y en Sudamérica. Durante el brote, colectamos mosquitos *Culex quinquefasciatus* (mosquito común de las habitaciones) y *Culex interfor* y los encontramos naturalmente infectados con el virus SLE. En 2010, se produjo otro brote por este virus pero de menor magnitud en Córdoba, aunque de mayor distribución en el país, ya que se registraron casos también en Buenos Aires y San Juan. Este virus se mantiene en la naturaleza en ciclos que involucran a aves y mosquitos ornitófilos, y se puede transmitir a hospedadores mamíferos. Hasta el presente hemos incriminado a algunas especies aviares como hospedadores amplificadores del virus y a *Cx. quinquefasciatus* como el principal vector.

El primer brote de dengue registrado en el país en 1998, luego de la erradicación del vector *Aedes aegypti* del territorio nacional en 1963, ocurrió tan solo luego de 12 años de haber regresado este mosquito al país, a la provincia de Misiones en 1986 procedente desde Paraguay. En 2009 tuvimos la primera gran epidemia de dengue que se extendió hasta la zona central y templada del país, registrándose por primera vez casos autóctonos en Córdoba, entre otras provincias. Otros brotes se registraron en 2013, 2015 y recientemente en el 2016 el mayor brote en la historia del país, con más de 500 casos sólo en Córdoba.

En 1999 hubo un brote por virus WN en la ciudad de Nueva York (EE UU), donde se registraron defunciones. El virus afectó a aves mayormente ocasionando mortandad a escala antes no registrada. Hubo un alerta a todo el continente americano dado que entraba al mismo un virus procedente del Viejo Mundo. En 2006 se confirmó la muerte de caballos, en Buenos Aires, que estaban infectados con este virus. En 2010 hubo un alerta general en el país por la aparición de síntomas en caballos compatibles con infección por este virus. Nuestro equipo detectó anticuerpos contra el virus WN en aves capturas en las provincias del Chaco, Córdoba y Tucumán, entre 2004 y 2006, es decir, ya había circulación del mismo antes de su detección oficial en 2006. Este virus se mantiene en la naturaleza entre aves y mosquitos ornitófilos del género *Culex*. También puede ser transmitido a mamíferos. Hasta el momento se desconocen aves y mosquitos involucrados en el mantenimiento y transmisión del virus en la Argentina.

El virus Chikungunya se detectó por primera vez en 1952 en Tanzania (África). Actualmente su distribución es mundial, y a fines del 2013 fue introducido en América. En 2014 se registraron 5 casos importados de fiebre chikungunya en Córdoba. En 2015 al menos 21 casos se confirmaron en el país. Este año también hemos tenido notificaciones de casos particularmente en el NOA. Este virus, al igual que el virus DEN, se mantiene en la naturaleza entre humanos y mosquitos vectores, como *Ae. aegypti*, entre otros. ¿Se establecerá este nuevo virus en el país?

En 1947 se aísla por primera vez el virus Zika, procedente del bosque de Zika (Uganda,

África). En 2014, Chile notifica su presencia en la Isla de Pascua y en 2015 las autoridades sanitarias de Brasil informan la circulación del virus en el nordeste de ese país. En el corriente año se notificaron casos por virus ZIK en la Argentina, siendo nuevamente *Ae. aegypti* vector de este virus. Estudios realizados recientemente en Brasil, indican que *Cx. quinquefasciatus* puede infectarse en el laboratorio con el virus ZIK, hecho que puede complicar sustancialmente el panorama de esta arbovirosis en el continente, ya que habría más de un vector competente.

Hay muchas enfermedades transmitidas por vectores que se podrían manejar, pero hasta ahora el éxito no ha sido total. Es esencial conocer aspectos biológicos, ecológicos, de comportamiento y epidemiológicos para poder detectar puntos vulnerables en la transmisión y así mejor la prevención o bien el control de las arbovirosis. *Aedes aegypti* y *Cx. quinquefasciatus* son mosquitos comunes de nuestra fauna y su rol como vectores es indiscutible. Hemos avanzado de manera importante en su conocimiento pero aún resta mucho por hacer.

**Contacto:** wralmiron@unc.edu.ar

11:30 hs

Sesión temática

### **Efecto del sorbitol en la estructura del agua.**

Mario Guillermo Campo

*FCEyN-UNLPam, Santa Rosa.*

Se utiliza el método de Dinámica Molecular Clásica para analizar el efecto del sorbitol sobre la estructura del agua. Para hallar la topología de la molécula se utiliza como base campo de fuerzas Amber99, y como solvente se usa el agua SPC/E. La distribución de cargas del sorbitol se calcula mediante un análisis Mulliken con el módulo dft de NWChem. Se analiza el comportamiento de las moléculas mediante el estudio de las funciones de distribución radial, distribuciones de puentes de hidrógeno, y coeficiente de difusión. Se analiza el comportamiento del agua por la presencia de estas moléculas, tanto en el aspecto estructural (parámetros de orden orientacional y radial) como el dinámico (coeficiente de difusión entre otros). El estudio intenta dilucidar aspectos del comportamiento del sorbitol en solución, con la perspectiva a futuro de analizar los efectos directos e indirectos del mismo en la hidratación de otras moléculas de interés biofísico (ej. ADN).

**Contacto:** mario@exactas.unlpam.edu.ar

**Otros autores:** Griselda Corral.

12:00 hs

Sesión temática

### **Aportes a la comprensión y control de la transmisión de pertussis desde el modelado matemático.**

Gabriel Fabricius

*INIFTA, UNLP, La Plata, Argentina.*

La tos convulsa, coqueluche o pertussis es una enfermedad respiratoria aguda causada por la bacteria *Bordetella pertussis* que puede causar serios trastornos en los bebés. La principal forma de control de esta enfermedad, sumamente contagiosa, es la vacunación. Sin embargo, a pesar de las 6 dosis que se aplican según el calendario nacional de vacunación en nuestro país, en 2011 se reportaron 76 fallecimientos en niños menores de 1 año. La epidemiología de

la enfermedad es muy diferente en los distintos países y cambia drásticamente con el tiempo, habiéndose registrado en los últimos años un fenómeno de resurgencia de la enfermedad en países con altas coberturas de vacunación. A la complejidad del fenómeno de transmisión de la enfermedad contribuye la inmunidad temporaria conferida por las vacunas y la existencia de distintos tipos de vacunas con eficacias diferentes. Por otra parte, el análisis de la epidemiología de la enfermedad es complejo por la heterogeneidad en el reporte y en el diagnóstico de una patología con manifestaciones clínicas a su vez muy dispares. Ante este panorama resulta difícil pensar en el desarrollo de un modelo matemático que describa el proceso de transmisión de la enfermedad de manera realista. Sin embargo, los modelos matemáticos vienen siendo usados de manera creciente para ayudar en la comprensión del problema. En esta charla daré algunos ejemplos de cómo los modelos pueden ayudar a conectar aspectos de la epidemiología aparentemente desconectados, sugerir explicaciones a las que no llegaríamos usando el sentido común e incluso contribuir a evaluar qué medidas de control son más apropiadas para luchar contra la enfermedad [1-3].

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

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

[3]Mathematical modeling of delayed pertussis vaccination in infants;. P. Pesco, P.Bergero, G. Fabricius and D. Hozbor. *Vaccine* 33, 5475-5480 (2015).

**Contacto:** gabrielicius@gmail.com

# **Presentaciones murales**





## 1. Física

**Determinación de la tasa de evaporación en condiciones de interior en Córdoba, Argentina.**

Asar, María Lila  
*UNC, Córdoba.*

El mosquito *Aedes aegypti* ha cobrado interés en los últimos tiempos debido a su papel en la transmisión de virus. Como todos los mosquitos, sus larvas y pupas se desarrollan en ambiente acuático. Se ha observado que las condiciones óptimas para tal desarrollo son temperaturas diarias que oscilan entre los 15 y 35 °C. A esas temperaturas, se necesitan dos días de inmersión para que eclosionen el 80 % de los huevos depositados. Una vez que han nacido, las larvas requieren del ambiente acuático al menos durante 6 días, si la temperatura ambiente es de 24°C, llegando hasta un máximo de 32 días, si la temperatura ambiente es de 13°C.

**Autores:** Asar, María L.; Ludueña-Almeida, Francisco F.; Di Benedetto, Héctor M.

**Contacto:** lila.asar@gmail.com

## 2. Física

**Caracterización de la dinámica de los EEG usando técnicas de Teoría de la Información.**

Baravalle, Román  
*IFLYSIB, UNLP-CONICET, La Plata.*

Los electroencefalogramas (EEG) reflejan la actividad eléctrica del cerebro, que puede ser considerado caótico y gobernado por una dinámica no lineal. En este trabajo consideramos las grabaciones de EEG en humanos durante diferentes actividades de tipo motora e imaginando que realizan dicha actividad. Caracterizamos las diferentes regiones de la corteza de acuerdo a las diferentes actividades motrices e imaginativas de los voluntarios por bandas de frecuencias y usando el plano causal de entropía versus complejidad  $H \times C$ , la información Fisher versus la entropía  $F \times H$  y el plano complejidad versus Fisher  $C \times F$ . Esto nos permite caracterizar la dinámica de la actividad neuronal ante las respuestas motoras y cuando se imaginan dichas actividades de índole motor.

**Autores:** Baravalle, Román (2); Rosso Osvaldo A. (1); Montani Fernando (2)

(1) ITBA, CABA, Argentina - (2) IFLYSIB, UNLP-CONICET, La Plata, Argentina

**Contacto:** romanbaravalle@gmail.com

## 3. Biología

**Variables temporales y aspectos ergonómicos en la recolección de néctar en abejas melíferas - Un primer modelo.**

Corti Bielsa, Gonzalo Damián  
*IFIBYNE-CONICET, DBBE-FCEN UBA, Buenos Aires.*

La recolección colectiva de recursos en abejas melíferas reúne fenómenos complejos que empezamos a comprender. Experimentos simulando condiciones naturales sugieren que en la mayoría de los análisis experimentales de la recolección de néctar imponen condiciones que ocultan o colapsan en unos pocos aspectos un rango más amplio de fenómenos comportamentales relevantes en la regulación de la actividad colectiva. La recolección colectiva de néctar implica al menos dos

subsistemas, integrados por distintos grupos de individuos, entre los que se transfiere material: recolectoras, que traen alimento del exterior y las procesadoras, que reciben en la colmena el néctar de las recolectoras por medio de interacciones boca a boca (o trofalaxia), y lo depositan en el nido. La coordinación en el esfuerzo de ambos grupos dependerá de diferentes parámetros. Las recolectoras, por ejemplo, pueden regular la cantidad de néctar que traen a la colmena según el flujo de néctar que experimentan en los parches florales. Por otra parte, la regulación del subsistema de procesamiento es aún un problema abierto a abordaje experimental y clarificación conceptual. Construimos un modelo basado en agentes sencillo para trabajar estas cuestiones. Con dos subpoblaciones, recolectoras y procesadoras, las primeras buscan descargar el buche en la colmena y las segundas, completarlo recibiendo néctar de las primeras. Las recolectoras obtienen néctar en parches florales a bajas tasas, regulando tiempo libando y carga de néctar. Nuestras simulaciones muestran que algunos aspectos relevantes de la experiencia de los individuos, como el tiempo hasta la primera interacción trofaláctica y la saturación del subsistema de procesamiento, dependen de la proporción de procesadoras y recolectoras, pero también de la modulación del tiempo en el exterior y la carga del buche de las recolectoras, ambos parámetros controlados por los parámetros de la disponibilidad de alimento experimentados en la fuente de alimento.

**Autores:** Bielsa Corti Gonzalo (1,3); Moffatt Luciano (1); Farina Walter M. (2,3)  
(1) INQUIMATE-CONICET, (2) IFIBYNE-CONICET, (3) DBBE-FCEN UBA).

**Contacto:** moinonplus@gmail.com

#### 4. Medicina

### **Neurophysiological Evolution with Complexity-Entropy Plane in patient with Neuropsychiatric Disorder.**

Díaz, Juan Manuel

*Famaf-UNC, Córdoba.*

Different techniques originated in information Theory and tools used in nonlinear systems have been applied to electroneurophysiological analysis in time series. Clinically relevant results have emerged from the use of concepts such as Entropy, Chaos and Complexity in the analysis of EEG and MEG. In this paper we develop a model based on the Permutation Entropy (HPE) and Lempel Ziv Complexity (LZC) method. The results were expressed in a LZC-HPE plane for two neurophysiological and neuropsychiatric clinical patients. The first case is an adult who is 22 years old with an Idiopathic Generalized Epilepsy diagnosis, with a retrospective follow-up of 2 years of evolution. The second case corresponds to an adult patient, 41 years old, with Narcolepsy and morbid obesity as personal antecedent. Our results show that the processing tools are useful for evolutionary retrospective clinical monitoring of pharmacological interventions in both patients for following the clinical response to the proposed treatment.

**Autores:** Díaz Juan M.(3); Mateos Diego (2); Boyallian Carina (3,4); Lamberti Pedro W. (3,4)  
(1) Argentine Institute of Behavioral Sciences IACCo (2) Department of Neuroscience and Mental Health SickKids Hospital University of Toronto (3) Famaf-UNC (4) CONICET

**Contacto:** elhornero000@gmail.com

#### 5. Física

### **Modelado de la percepción de altura tonal de sonidos no estacionarios a nivel de la periferia auditiva.**

Etchemendy, Pablo Esteban

*Laboratorio de Acústica y Percepción Sonora, Departamento de Ciencias Sociales, Universidad*

---

*Nacional de Quilmes.*

La percepción de altura tonal para sonidos modulados en frecuencia ha sido estudiada ampliamente mediante experimentos psicofísicos. Cuando el perfil de la modulación posee partes en que la frecuencia varía de manera más rápida que en otros, se genera un percepto de altura tonal sesgado hacia la región de frecuencias dada por los tramos de modulación más lenta. En diversos estudios publicados, se han explicado estos resultados mediante modelos en los que se promedia la frecuencia instantánea en forma pesada, utilizando un peso que es inversamente proporcional a la rapidez de la modulación en cada instante. Esta interpretación de los resultados toma como hipótesis que la periferia auditiva tiene cierta inercia para determinar la frecuencia instantánea cuando existen variaciones rápidas de la misma; sin embargo, no se ha profundizado en el estudio de dicho comportamiento a nivel fisiológico. En este trabajo presentamos un modelo para la percepción de altura tonal a partir de la actividad exocítica en la primera sinapsis de la periferia auditiva. Proponemos una forma para promediar en forma pesada las estimaciones de la frecuencia instantánea y finalmente comparamos las predicciones con resultados obtenidos mediante experimentos psicofísicos.

**Autores:** Etchemendy, Pablo Esteban, Vergara Ramiro y Eguía Manuel C.

**Contacto:** pabloee@gmail.com

## 6. Física

### **Red Neuronal para jugar al TA-TE-Ti.**

García, Guillermo Daniel

*UTN, San Rafael.*

El juego del TA-TE-TI es un juego de información perfecta que posee una simpleza que permite un estudio desde el punto de vista de árboles de decisión y, por ende una solución "exacta". Se implementa un perceptrón con una capa oculta para este juego. Las redes neuronales abordan este juego desde otra perspectiva menos determinista. Se utiliza la solución exacta para evaluar el desempeño de la red neuronal utilizada.

**Contacto:** willygarcia75@gmail.com

## 7. Computación

### **Valoración de la calidad vocal a través de técnicas de aprendizaje automático.**

García, Mario Alejandro

*UTN FRC, Córdoba.*

La valoración de la calidad vocal mediante el análisis audio-perceptual es parte de la rutina clínica de evaluación de pacientes con trastornos de la voz. La debilidad de este método reside en la subjetividad y en la necesidad de que sea realizada por oyentes experimentados.

Este plan de trabajo tiene como objetivo realizar una clasificación automática de la calidad vocal, valuada en la escala GRBAS, a través de características extraídas del análisis acústico de la señal y técnicas de aprendizaje automático.

Las voces serán grabadas en la Escuela de Fonoaudiología de la Universidad Nacional de Córdoba según el siguiente protocolo.

1)Una vocal /A/ sostenida en un tono e intensidad cómodos 2)Una vocal /A/ en una intensidad levemente ascendida respecto a la normal 3)Una frase simple estandarizada 4)Un fragmento de habla encadenada (serie automática) 5)Un glissando con la vocal /A/

Un equipo de profesionales de la voz evaluará la calidad en la escala GRBAS. Los archivos de audio de las grabaciones, las medidas acústicas obtenidas a partir de los mismos y las clasificaciones de los profesionales forman el set de datos de entrenamiento del modelo de clasificación.

Para la extracción de características, los archivos de audio se tratarán principalmente con deep scattering spectrum, técnica que cuantifica la energía de distintas bandas de frecuencia obteniendo una dispersión del espectro con mínima pérdida de información y representaciones invariantes a las traslaciones en tiempo y frecuencia, características deseables para el reconocimiento de patrones. La salida de deep scattering spectrum más algunas medidas acústicas clásicas serán la entrada de un clasificador support vector machine.

Se espera demostrar que es posible realizar una valoración automática de la calidad vocal que permita reducir la subjetividad de los métodos actuales.

**Autores:** García Mario Alejandro y Destéfanis E.

**Contacto:** mgarcia@sistemas.frc.utn.edu.ar

8. Ecología Evolutiva de Bacterias

## **Role of interspecific interactions in the evolution of mutator bacteria.**

Lujan, Adela

*CIQUBIC-FCQ-UNC, Córdoba.*

Mutator bacteria can reach high frequencies in natural bacterial populations and are a major cause of antibiotic-resistant infections. The causes and consequences of bacterial elevated mutation rates have been widely studied and results suggest that mutators might be selected because their higher probability of generating beneficial mutations. However, this evidence is based on pure test-tube studies that have largely ignored a crucial feature of the environment: the microbial community (MC). Here, we investigate for the first time the role of the MC in the selection of *Pseudomonas aeruginosa* mutators in a cystic fibrosis (CF) context. By competing *P. aeruginosa* nonmutator and mutator strains in artificial CF communities (*B. cenopacea*, *S. aureus* and *A.baumannii*), we observed that mutator enrichment occurs only in the absence of the MC. Fitness determination of evolved strains suggest that the presence of the MC reduces the availability of beneficial mutations and might prevent mutator hitchhiking. Also, we conducted a survey to investigate whether there was a link between the MC diversity and *P. aeruginosa* mutation frequency in natural CF communities. We found a negative correlation between *P. aeruginosa* mutation frequency and MC diversity. Our results demonstrate that interspecific interactions occurring in CF microbial communities act as a selective force for *P. aeruginosa* mutators.

**Autores:** Madsen L, Marvig R, Sharma MD, Smania AM, Krogh Johansen H, Molin S and Buckling A

(1)CIQUBIC, CONICET UNC (2) Biosciences-ESI, Univ. of Exeter, England. (3)Novo Nordisk Foundation, DTU DK

**Contacto:** adem.lujan@gmail.com

9. Matemática

## **Modelo de deriva y selección en el patrón de inactivación de cromosomas X con aplicación a hemofilia.**

Maffei, Ana Laura  
UNGS, Buenos Aires.

Presentamos un modelo de Wright-Fisher con selección alternativo al propuesto por Donnelly y Weber. Consideramos una población de tamaño constante y reemplazos parciales con el fin de modelar el proceso de cambio en la frecuencia de células humanas con inactivación del cromosoma X materno o paterno a lo largo de la vida de una mujer. Hallamos la sucesión de medias y la dispersión del proceso estocástico que describe la evolución del patrón de inactivación. Comparamos los resultados del modelo con datos observados en trabajos de interés para la sintomatología de hemofilia en mujeres portadoras.

**Autores:** Maffei, Ana Laura (2); De Brasi, C. (1) y Tetzlaff T. (2)  
(1) ANM, CABA - (2) UNGS, Prov. Bs. As.

**Contacto:** analauramaffei@gmail.com

#### 10. Matemática

### **Aplicación de análisis de complejidad a neuronas del hipocampo.**

Maldonado, Ana Carolina  
FCEFYN UNC-CIEM, Córdoba.

En este trabajo interdisciplinario realizamos el procesamiento de señales provenientes de neuronas de hipocampo. Una de las dificultades que se tiene al trabajar en contextos experimentales es poder definir escalas temporales de trabajo, una unidad simbólica mínima, y obtener una correcta interpretación de los resultados de manera que los mismos describan en forma coherentes los cambios observados en el registro. Trabajamos con datos correspondientes a una rebanada de hipocampo de rata Sprague-Dawley, macho de 30 días. Se tomaron registros tanto normales como alterados. El análisis de la señal propuesto corresponde a analizar la complejidad de la señal en el sentido de Lempel Ziv. Para ello los datos son organizados en trenes de disparos. Luego de fijar un umbral adecuado de voltaje los datos son representados por una secuencia binaria. En este trabajo describimos como organizamos y traducimos dicha secuencia binaria para poder analizar así la complejidad propuesta. La hipótesis radica en que los datos procesados reflejarían las alteraciones inducidas en el registro.

**Autores:** Maldonado, Ana Carolina (3); Díaz, Juan Manuel (1); Estrada, Daniel (2); Curetti José (3).

(1). FCQ-UNC (IACCo), Argentina. (2) Ciencias UV, Chile.(3) FCEFYN, UNC.

**Contacto:** cmaldona@gmail.com

#### 11. Biología

### **Explaining the coexistence of $N_2$ -fixing and non-fixing rhizobia in the legume-Rhizobium symbiosis using mathematical modelling and experiments.**

Marco, Diana E.  
FCEFYN - UNC - Conicet, Córdoba.

We analyze the ecology stability of Rhizobium-legume symbiosis, using population dynamic models experimentally based. We include in the model two rhizobial strains differing in their ability

to fix  $N_2$  for the plant, and explore the influence of horizontal transfer of symbiotic genes, competition between fix+ and fix- strains for nodulation and nodule co-occupation by the two strains. We also explore the case of potential sanctions applied by the plant to ineffective rhizobia. Our model gives insights to explain the coexistence between fixing and non-fixing strains observed in the field.

**Autores:** M. Diana E.(1), G. Moyano(1,4), D. Knopoff (2), C. Turner (2), G. Torres (3,4)  
(1) FCEFYN - UNC, Córdoba, (2) FaMAF - UNC - CIEM, Córdoba, (3) FaCENA - UNNE, Corrientes (4) Conicet  
**Contacto:** dianaemarco@gmail.com

12. Matemática

## **Estimación de parámetros biológicos espaciales en un modelo de reacción-difusión para la distribución poblacional de ranas.**

Martínez, María de los Angeles  
*FaMAF UNC, Córdoba.*

En este trabajo se intentará estimar parámetros en un modelo de crecimiento de población de ranas, gobernado por una ecuación diferencial del tipo reacción-difusión. La estimación paramétrica se resolverá utilizando cuadrados mínimos, trabajando con datos de la población obtenidos en la región de las yungas jujeñas. El modelo original tiene en cuenta la evolución en el tiempo de la población. Sin embargo, en este trabajo se considerará un estado cuasi estacionario, pues la población es endémica y el estudio apunta a relacionarla con cada tipo de terreno. Dado que el comportamiento de las ranas y los parámetros que se buscan dependen del tipo de superficie en el que se encuentran, se propone resolver la ecuación aplicando una técnica de descomposición de dominios basándose en imágenes satelitales NDVI, un índice usado para estimar la calidad, cantidad y desarrollo de la vegetación. La ecuación posee un término de taxismo, que representa la preferencia de las ranas por las zonas cercanas de mayor humedad. Se propone una forma de calcular este término mediante un filtro de búsqueda de diferencia máxima, utilizando datos de imágenes satelitales NDWI, las cuales poseen información sobre la cantidad de agua y el nivel de humedad del ambiente. La resolución de la ecuación se realizará mediante el método de elementos finitos. Se utilizarán elementos cuadrados para la resolución numérica del problema, pues la información con la que se trabaja está delimitada por los píxeles de las imágenes. Se evaluará la consistencia del modelo en relación a la solución obtenida y los datos disponibles.

**Autores:** L. Biedma, D F. Ferreyra, M. A. Martinez, M. Zárate  
FaMAF UNC, Córdoba.  
**Contacto:** mariadelosangelesmartineza@gmail.com

13. Física

## **Modelando el crecimiento tumoral en 3D.**

Paissan, Gabriel Hernán  
*CAB y CRUB, Bariloche.*

MSe presenta un modelo 3D de crecimiento tumoral avascular, basado en la competencia por nutrientes [1,2]. Formulado sobre un conjunto de reglas que reflejan aspectos básicos del comportamiento de las celular: alimentación, mitosis, migración y muerte, se describe la dinámica tumoral a través de un sistema de ecuaciones diferenciales no lineales acopladas. El sistema es resuelto por

simulación numérica directa utilizando diferencias finitas. Distintos conjuntos de parámetros son analizados. Se presentan resultados numéricos que describen la dinámica y la morfología.

[1] Scalerandi M., A. Romano, G.P.Pescarmona, P.P.Delsanto, and C.A. Condat, Phys. Rev. E, 59, 2206 (1999).

[2] Menchón, S., C.A.Condat, Phys. Rev. E 78, 022901 (2008).

**Contacto:** gabrielpaissan@gmail.com

14. Física

## **Física del Sonido mediante Ecuaciones en Diferencia.**

Quiroga, María Luz  
*UNCa, Catamarca.*

La Física como ciencia de los fenómenos naturales incluye entre sus objetos de estudios al Sonido y a las Ondas y, con ellas sus observaciones experimentales y su estudio interdisciplinar. La vinculación a la matemática por parte de la física, se ve en los últimos años, con la implementación de modelos matemáticos cuya representación dinámica discreta es una de tales formas. El objetivo es analizar y modelar el comportamiento oscilatorio de una nota musical del instrumento de viento de origen precolombino llamada “quena” mediante ecuaciones en diferencias de primer orden con coeficientes constantes, cuyo resultado permite relacionar términos consecutivos de una sucesión de datos discretos.

**Autores:** M.L.Quiroga (1), T.E.Humana (1), S.V.Romero (2), S.I.Navarro (1), G.A. Juarez (1)  
(1) FACEN, UNCa - (2) IFME, ESS.

**Contacto:** tanuquioga@gmail.com

15. Matemática

## **Dinámica de Infecciones en Redes.**

Rafo, María  
*INENCO, Salta.*

En este trabajo mostramos que en redes aleatorias simples con solo dos grados pero con la misma media y varianza que una red de escala libre se obtienen epidemias estadísticamente indistinguibles de las obtenidas en las redes libres de escala y también proponemos una extensión del modelo de campo medio desarrollado en Aparicio & Pascual (2007) y mostramos que se obtienen excelentes acuerdos entre las epidemias simuladas en las redes con dos grados, las libres de escalas y las obtenidas con nuestros modelos de campo medio.

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

16. Física

## **Una medida de relación entre variables discretas y continuas.**

Ré, Miguel Angel  
*FRC – UTN, Córdoba.*

Se define la Información Mutua (IM) entre dos variables aleatorias  $X, Y$  como la distancia de Kullback Leibler entre la distribución conjunta y el producto de las marginales de  $X$  e  $Y$ . Si las variables son independientes la distancia es nula. Esta propiedad permite la detección de relaciones entre dos conjuntos de datos supuestos como la realización de las variables aleatorias. Se propone aquí un método para la detección de la relación entre una variable discreta y una variable continua basada en un cálculo aproximado de IM que supera los problemas que surgen con el binning. El método presenta interés en problemas como la medición de la relación entre un gen base y el nivel de expresión de un gen o el efecto de una droga en el tiempo de sobrevivencia de un enfermo de cáncer. El método propuesto puede generalizarse en forma directa al problema de segmentación de secuencias continuas a partir de la identificación de la IM con la divergencia de Jensen Shannon.

**Autores:** Ré, Miguel Ange (1), Guillermo Gabriel Edgardo Aguirre Varela (2).

(1) FRC-UTN, Córdoba, (2) FaMAF UNC, Córdoba.

**Contacto:** mgl.re33@gmail.com

17. Matemática

## **Estados fuera del equilibrio y tensor de curvatura.**

Ruscitti, Claudia

*Facultad de Ciencias Exactas, UNLP.*

Estudiaremos el desplazamiento de bacterias en medios acuosos a través de caracterizar la eficiencia del motor molecular que las impulsa. Analizaremos el tensor de curvatura de la variedad determinada por el conjunto de estados fuera del equilibrio en términos de la eficiencia del motor. Mostraremos que este estudio nos permite distinguir diferentes regímenes de movimiento."

**Autores:** Ruscitti C.(1), Langoni L. (2), Melgarejo A. (2).

((1) Facultad de Ciencias Exactas, UNLP. (2) Facultad de Ingeniería, UNLP.

**Contacto:** claudia@mate.unlp.edu.ar

18. Física

## **Modelo de fallo y recuperación con competencia entre fallos en redes complejas: una perspectiva dinámica.**

Valdez, Lucas Daniel

*IFEG, Córdoba.*

Los sistemas reales usualmente están compuestos por unidades o nodos cuya actividad puede interrumpirse y restaurarse intermitentemente debido a complejas interacciones no solo con el ambiente, sino también con el mismo sistema. En este trabajo, estudiamos un modelo de fallo y recuperación desde un punto de vista dinámico. Usando un enfoque de "grado efectivo" encontramos que el sistema puede experimentar un cambio temporal abrupto en la fracción de nodos activos. Además mostramos que, dependiendo de los valores de los parámetros del modelo, la fracción de nodos activos tiene un régimen oscilatorio que puede explicarse como una competencia entre diferentes procesos de falla. También encontramos que en el régimen no oscilatorio, la fracción crítica de nodos activos presenta una caída abrupta que puede relacionarse con un proceso de percolación  $k$ -core inhomogéneo. Finalmente, usando ecuaciones de campo medio, analizamos el espacio de parámetros en el que se pueden encontrar los regímenes de histéresis y de oscilaciones. Los resultados teóricos obtenidos han sido corroborados por simulaciones de nuestro modelo.



**Autores:** L.D Valdez (3), M. A. Di Muro (1), L. A. Braunstein (1,2)

(1) IFIMAR -Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UNMdP-CONICET, Mar del Plata, Buenos Aires - (2) Center for Polymer Studies, Boston University, USA (3) IFEG, Córdoba.

**Contacto:** luc.valdez@gmail.com

19. Biología

## **Entrenando la cognición de niños mediante el juego. Mate Marote: un estudio interdisciplinario.**

Vladisaukas, Melina

*Universidad Torcuato Di Tella - CONICET.*

Mate Marote es un software educacional de entrenamiento cognitivo para niños de entre 4 y 8 años especialmente desarrollado por un grupo de científicos de distintas disciplinas con el objetivo de ayudar a comprender y mejorar los mecanismos por los cuales se logra el entrenamiento de capacidades mentales esenciales, que sientan las bases para el buen desarrollo de habilidades sociales y cognitivas en el futuro.

En investigaciones previas(1) se demostró que el software, libre y de licencia CONICET, es una intervención lúdica y económica capaz de mejorar, con menos de 7 horas de juego en total, el rendimiento académico en niños pequeños en situación de vulnerabilidad social. De hecho, al día de hoy es el único entorno de estimulación de este estilo que ha demostrado mejorar y nivelar, de manera efectiva, el desempeño escolar.

El software consiste en una serie de juegos que desafían distintos mecanismos cognitivos asociados al control del comportamiento, del pensamiento y de la acción, tales como el control inhibitorio, la planificación, la flexibilidad y la memoria de trabajo, entre otros.

Habiendo comprobado que jugar con Mate Marote produce una mejora en los aspectos mencionados, se generan muchas preguntas disparadoras de líneas de trabajo en el área. Una de ellas, la que comenzaremos a responder en este trabajo, tiene que ver con el orden de complejidad en el que conviene entrenar las capacidades cognitivas para obtener el mayor efecto.

¿Es mejor comenzar por entrenar las funciones ejecutivas más básicas seguidas de aquellas que requieren una mayor asociación? ¿O conviene entrenar primero las más complejas e integradoras y seguir luego con aquellas más básicas? Para responder, trabajamos en entornos escolares controlados con más de 300 niños que viven en distintos contextos socio-económicos, provenientes de varias escuelas en distintos lugares del país.

(1) Goldin, A. P. et al. Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A. 111, 6443–6448 (2014)

**Autores:** Melina Vladisaukas (1); Laouen Belloli (2); Martín A. Miguel (2); Diego Fernández Slezak (2); Mariano Sigman (1); Andrea Goldin (1)

(1) Laboratorio de neurociencia, Universidad Torcuato Di Tella - CONICET, (2) Laboratorio de inteligencia artificial aplicada, Depto de Computación, FCEyN, UBA - CONICET.

**Contacto:** m.vladisaukas@hotmail.com

20. Física

## **¿Por qué encontramos a los bosques de tabaquillos principalmente en las quebradas? Un experimento de plantación en Los Gigantes**

Sparacino, Javier

*FaMAF-UNC, IFEG-CONICET, Proyecto de Conservación y Reforestación de las Sierras de Córdoba.*

La restricción de los bosques montanos tropicales y subtropicales a las quebradas podría ser explicada por el efecto de la ganadería, del viento o por la humedad del suelo. Con el objetivo de determinar la contribución relativa de estos factores realizamos un experimento en Los Gigantes (Sierras de Córdoba, lat  $-31.44^\circ$  long  $-64.81^\circ$ , 2280 msnm) dentro de un área de 45 ha con exclusión ganadera, donde no obstante encontramos ganado bovino en 3 de las 24 visitas realizadas. Elegimos 6 sitios de estudio: dos quebradas, un valle abierto, un sitio típico de altiplano, una cumbre convexa expuesta a los vientos y otra más protegida de los vientos. Con el fin de determinar la contribución relativa del viento y la humedad del suelo en cada sitio plantamos 64 arbolitos de tabaquillo (*Polylepis australis*) divididos entre tratamiento de protección para viento (protegido/desprotegido) y tratamiento de riego (regados/no regados). Monitoreamos por un año y medio la supervivencia y el crecimiento. Los principales resultados muestran que el ramoneo por ganado vacuno se concentró en la zona de altiplano, cumbres convexas y valle abierto. El ramoneo no afectó a la supervivencia pero los árboles ramoneados crecieron en promedio 12 cm menos. Para los arbolitos no ramoneados la protección del viento no afectó a la supervivencia, pero aumentó el crecimiento en 10 cm, mientras que el riego no influyó. Nuestro estudio sugiere que el principal factor estudiado que restringe los arbolitos a las quebradas es el ganado vacuno, sin embargo el efecto del viento también contribuye. Fuera de las quebradas debería ser posible la formación de bosques si se evita el ingreso de ganado incluso a muy baja densidad.

**Otros autores:** D. Renison (1,3); A.M. Devegili (2,3); R. Suarez (3).

(1) CERNaR-UNC y IIBYT-CONICET, (2) UNCo y INIBIOMA-CONICET (3) Proyecto de Conservación y Reforestación de las Sierras de Córdoba ([www.reforestacion.com.ar](http://www.reforestacion.com.ar))

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

## 21. Ingeniería

### **Influencia de las precipitaciones en la probabilidad de supervivencia del mosquito *Culex quinquefasciatus***

Di Benedetto, Héctor

*Departamento de Matemática, FCEFyN - Universidad Nacional de Córdoba.*

*Culex quinquefasciatus* es un mosquito vector del virus de la Encefalitis de San Luis con presencia en la Ciudad de Córdoba. Resulta de interés contar con herramientas para realizar pronósticos de su abundancia. Se trabaja en un modelo matricial no lineal en el que la matriz de transición es función de la temperatura y de las precipitaciones. Se analiza el efecto de los días secos (sin lluvia o por debajo de un umbral establecido) en la probabilidad de supervivencia del mosquito, modelándola mediante una función logística que permite incorporar esta dependencia en el modelo matricial.

**Autores:** Di Benedetto Héctor (1), Ludueña-Almeida Francisco F. (1,2), Asar María Lila (1).

(1) Departamento de Matemática, FCEFyN - UNC, (2) Instituto de Investigaciones Biológicas y Tecnológicas (IIBYT). Centro de Investigaciones Entomológicas de Córdoba. CONICET

**Contacto:** [hectordibenedetto@unc.edu.ar](mailto:hectordibenedetto@unc.edu.ar)

## 22. Física

## Hacia un modelo mínimo de la acción de terapias anticancerosas cuando el crecimiento tumoral es determinado por células madre cancerosas

Benítez, Lucia

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

La hipótesis de que el crecimiento de cáncer es a menudo mediado por células madre cancerosas (CMC) ha ganado considerable credibilidad en los últimos años. Si esta hipótesis es correcta, entonces es muy probable que la efectividad de terapias anticancerosas aumente si estas son dirigidas contra las CMC y no contra la población mayoritaria de células cancerosas. La hipoxia, por otra parte, ha sido implicada como un factor importante que determina el comportamiento de las CMC. Por esta razón, estamos desarrollando un modelo matemático que permitirá evaluar la eficacia de diversos tratamientos antitumorales, y eventualmente incluirá explícitamente efectos generados por la distribución espacial de oxígeno. El modelo base que discutimos aquí consiste de tres ecuaciones acopladas que dan la evolución del número total de las células normales, de las células cancerosas no madres y de las CMC. Se obtienen los estados de equilibrio del sistema, analizándose su estabilidad y la dependencia con los parámetros relevantes así como el efecto de acciones terapéuticas dirigidas a las CMC y a las células cancerosas no madres.

**Autores:** Lucia Benítez, Lucas Barberis, Carlos Condat.

IFEG, CONICET - FaMAF, Universidad Nacional de Córdoba

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

### 23. Matemática

## Modelos Dinámicos discretos compartimentados mediante ecuaciones en diferencias con software.

Navarro, Silvia Inés

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

Los modelos dinámicos se suelen plantear en forma continua mediante ecuaciones diferenciales ordinarias. Se propone en el presente trabajo, el tratamiento discreto de tales modelos, en particular de los poblacionales, estableciendo compartimentos en donde la población total se halla distribuida en grupos mutuamente excluyentes que se modifican en el tiempo. El objetivo es utilizar Ecuaciones en Diferencias las lineales con coeficientes constantes y cuadráticos de tipo logístico para dos y tres compartimentos. Para ello, se desarrolla un software que se implementa como recurso didáctico a fin de recrear las sucesiones soluciones de tales problemas discretos con valores iniciales. En particular, cuando se trabaja con matrices de tipo Markov se puede establecer la estabilidad del problema. La aplicabilidad es inmediata en dinámica poblacional, epidemiología matemática, economía, entre otras áreas de la matemática.

**Autores:** Navarro Silvia Inés (1), Valdez Luis Ernesto (2), Quiroga María Luz (1), Humana Teresa Elisabet (1), Juárez Gustavo Adolfo (1).

(1) Facultad de Ciencias Exactas y Naturales â Universidad Nacional de Catamarca (2) Instituto de Estudios Superiores Andalgalá â Catamarca

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

### 24. Física

## Una caracterización entrópica para sistemas complejos que tiendan al descontrol

Gaudiano, Marcos Enrique

*Centro de Investigación y Estudios de Matemática de Córdoba, CONICET*

Serán presentadas propiedades generales de sistemas de muchas componentes que exhiben una estructura  $N$  - dimensional, autosimilar y jerárquica. El sistema se supone dividido en celdas, a las que se les puede asociar una entropía generalizada  $S(D)$ , que resulta una función universal de la dimensión fractal  $D$  de las configuraciones, exhibiendo propiedades de autosimilaridad independientes de la dimensionalidad  $N$ . Esto le abre las puertas a una manera general para clasificar las componentes del sistema siguiendo la entropía y de acuerdo a su grado de incontrolabilidad. Se trata de un criterio cuantitativo e independiente del punto de vista del observador, lo que es muy deseable para aplicaciones en Biología, Economía, Sociología, etc. La simplicidad y la generalidad de las ideas involucradas que se describirán, parecen indicar que al menos para una fracción no despreciable de los sistemas complejos, una distribución de las componentes proporcional a  $S(D)$  define un hipotético estado que alcanzarían estos sistemas bajo una evolución temporal en la ausencia de control.

M. Gaudiano, An entropical characterization for complex systems becoming out of control, *Physica A*, 440, 185-199, Elsevier (2015).

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

25. Física

## **Modelo epidemiológico del Mal de Chagas a partir de la interacción personas-vertebrados-vinchucas**

Ferrieres, Sergio Agustín

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

La compleja dinámica de la endemia chagásica resulta de la interacción entre varias especies: el parásito *T. cruzi*, el vector (en Argentina usualmente *T. infestans*), y los vertebrados que actúan como reservorios parasitarios. Estas especies están sujetas a factores ambientales que configuran un ámbito propicio para el desarrollo de la enfermedad. En este trabajo modelamos, usando parámetros realistas, el papel que juegan los animales domésticos rurales en el mantenimiento de la endemia, teniendo en cuenta las fluctuaciones estacionales en el número de vinchucas; de esta manera, podemos investigar la dependencia de la prevalencia del Chagas en anfitriones humanos con las poblaciones involucradas y con los parámetros climáticos relevantes. En particular, analizamos las soluciones estacionarias del modelo y su estabilidad. Exploramos, además, la eficacia de un proceso propuesto de vacunación de animales rurales usando un parásito de la familia del *T. cruzi* (el *T. rangeli*), que es aparentemente inocuo para los vertebrados. Este parásito induciría la producción de anticuerpos en el hospedero y de este modo podría prevenir el contagio del Chagas. También analizamos cómo podría influir sobre la endemia, la vacunación de animales con un agente letal para el vector, pero inofensivo para el reservorio

**Autores:** Ferrieres Sergio Agustín, Condat Carlos.

IFEG, CONICET - FaMAF, Universidad Nacional de Córdoba.

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

26. Física

## **Aleatoriedad y caoticidad en series temporales. Un estudio por medio de herramientas originadas en teoría de la información con aplicaciones a señales**

## magneto encefalográficas.

Riveaud, Leonardo Esteban

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

La distinción entre series caóticas y aleatorias ha concitado el interés de varios investigadores siendo una tarea de difícil abordaje, fundamentalmente por la cantidad de elementos compartidos entre ambos tipos de series, a pesar de su naturaleza completamente distinta. Muchas series originadas en fenómenos naturales se pueden caracterizar como generadas por procesos no-lineales conteniendo tanto información aleatoria como determinista. Recientemente hemos utilizado conceptos y resultados de la Teoría de la Información en el estudio de la distinguibilidad entre aspectos aleatorios y caóticos de series temporales. Aquí extenderemos nuestros resultados a señales reales obtenidas por magneto-encefalografía (MEG) en pacientes epilépticos. Discutimos los resultados obtenidos con el fin de echar luz sobre cuestiones de interés clínico.

**Autores:** Riveaud Leonardo Esteban (1), Diego Mateos (2), Pedro Walter Lamberti (1).

(1) CONICET - FaMAF, Universidad Nacional de Córdoba, (2) Department of Neuroscience and Mental Health SickKids Hospital University of Toronto.

**Contacto:** leoriveaud@gmail.com

### 27. Ingeniería

## Electrorretinografía: análisis mediante permutación de entropía.

Quinteros Quintana, María Luz

*FCEFYN, Universidad Nacional de Córdoba.*

En este trabajo se busca identificar características de señales ERG que permitan reconocer fases iniciales de la DR y clasificar los registros según sean señales control o âpatológicasâ. La Electrorretinografía (ERG) es una técnica no invasiva que permite evaluar la integridad funcional de la retina. Los registros de ERG son biopotenciales que se adquieren en la superficie corneal y se deben a la respuesta del tejido retinal frente a estímulos luminosos controlados. En la oftalmología clínica el ERG no es comúnmente utilizado, pero en la actualidad, debido a la gran incidencia de patologías degenerativas de la retina (DR), su uso debería verse incrementado. Al igual que otros biopotenciales y registros como Electrocardiografía (ECG), Electroencefalografía (EEG) y Electromiografía (EMG), se trata de señales de baja amplitud, en este caso de algunos cientos de microvoltios ( $\mu V$ ), que deben ser acondicionadas y procesadas. Las señales ERG se ven afectadas en su morfología cuando se está en presencia de patologías que afectan la integridad de los diferentes grupos celulares de la retina, por ejemplo, debido a alguna DR. En casos avanzados de DR se pueden obtener registros alterados en el dominio del tiempo; y aún en ellos se cree que existe información clínica relevante convirtiendo a la ERG en una herramienta de gran potencial diagnóstico. Se registraron ERG de campo completo de ratas control y de cinco grupos experimentales de ratas de un modelo de DR por exposición constante a luz de 200 lux de intensidad. Se analizó mediante Permutación de Entropía (PE), una base de datos de señales ERG, lo que permitió estimar la complejidad de señales prescindiendo del análisis en el dominio temporal. Se extrajeron características mediante PE de para su clasificación.

**Autores:** Quinteros Quintana M.L.(1), Benedetto M.M. (2), Contin M.A. (2), Maldonado A.C. (2).

(1) FCEFYN, Universidad Nacional de Córdoba, (2) CIQUIBIC-FCQ, Universidad Nacional de Córdoba.

**Contacto:** mluzqq@hotmail.com

28. Física

## **Modelo poblacional de desarrollo estocástico en cultivos: Maíz.**

Barriga, Raul

*Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires - IFIBA-CONICET*

Durante las últimas décadas el modelamiento de cultivos ha tenido un gran impacto en el sector agrícola, esto se debe a que estos nuevos modelos y estudios han permitido modernizar la industria. Estos modelos estudian el desarrollo de la planta utilizando una escala de desarrollo individual (temperatura acumulada) y extrapolan los resultados al resto de la población. Sin embargo este esquema presenta graves dificultades a la hora de integrar interacciones con otros organismos en dinámicas más complejas, además suelen ser específicos para genotipos y condiciones ambientales/nutritivas.

**Autores:** Barriga R., Solari H.G., Oterro M.

Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, IFIBA-CONICET.

**Contacto:** raulonco@gmail.com

29. Biología

## **Modelado matemático del crecimiento e infiltración microtumoral.**

Suarez, Cecilia

*Laboratorio de Sistemas Complejos, INFIP - Departamento de Comunicación, FCEyN UBA*

La mayoría de los modelos matemáticos actuales relacionados con microtumores consideran un crecimiento volumétrico del tumor y una invasión de tipo esférica. Sin embargo, en muchos casos, como en los gliomas, surge la necesidad de delimitar más adecuada y precisamente el área de infiltración real, que no es esférica, de una manera paciente-específica. En esta charla se presentará un modelo in silico que describe el crecimiento y patrón real de invasión de esferoides tumorales multicelulares (modelo in vitro de microtumor en estadio avascular) inmersos en matriz de colágeno I. El modelo tiene dos aplicaciones diferentes: la descripción caso-específica y la predicción probabilística de nuevos casos posibles que respondan al mismo patrón poblacional de origen. El modelo bidimensional está representado por una ecuación de reacción-difusión-convección que considera una proliferación celular logística, un crecimiento volumétrico del esferoide, un casquete con células en activa proliferación y una infiltración tumoral con un componente difusivo y uno convectivo radial. Los parámetros poblacionales del modelo se extraen del conjunto de datos experimentales, mientras que de cada caso experimental en particular se extrae por preprocesamiento de imágenes una función que describe la forma de infiltración de ese esferoide. Cuando el modelo principal se alimenta de estas funciones caso-específicas surgen las simulaciones descriptivas. Por otro lado, a través de un modelo satélite del tipo EGARCH alimentado con todo el conjunto de datos experimentales, se generan por herramientas de data mining (análisis de series temporales) y por simulaciones de Monte Carlo nuevas funciones de forma aleatorias que responden al patrón general poblacional. Cuando el modelo principal se alimenta con estas funciones población-dependientes, surgen las simulaciones predictivas. Ambos tipos de simulaciones muestran una buena correlación con los datos experimentales. Esta aproximación que propone una interacción numérico-experimental constituye una herramienta de amplio potencial al momento de predecir con mayor precisión el comportamiento invasivo de un tumor en base a sus propias características y a las del microambiente que lo rodea.

**Autores:** Luján E, Visacovsky N., Soba A., Guerra L.N., Gandía D., Calvo J.C., Suárez C.  
**Contacto:** [csuarez@dc.uba.ar](mailto:csuarez@dc.uba.ar)





# Notas