



**NICOLÁS RUBIDO OBRER**

Doctor

[nrubido@fisica.edu.uy](mailto:nrubido@fisica.edu.uy)

<https://sites.google.com/site/nicolasrubido/home>

Instituto de Física de Facultad de Ciencias (IFFC), Udelar. Iguá 4225, CP 11400, Montevideo.  
+59825258624

**SNI**

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas  
Categorización actual: Nivel I (Activo)

Fecha de publicación: 27/07/2018  
Última actualización SNI: 27/07/2018

## Datos Generales

### INSTITUCIÓN PRINCIPAL

Universidad de la República/ Facultad de Ciencias - UDeLaR/ Instituto de Física / Uruguay

### DIRECCIÓN INSTITUCIONAL

Institución: Universidad de la República / Facultad de Ciencias - UDeLaR / Sector Educación Superior/Público

Dirección: Iguá 4225, Instituto de Física / 11400 / Montevideo / Uruguay

Teléfono: (11400) 25258624 / 320

Correo electrónico/Sitio Web: [nrubido@fisica.edu.uy](mailto:nrubido@fisica.edu.uy)

<https://sites.google.com/site/nicolasrubido/home>

## Formación

### Formación académica

#### CONCLUIDA

#### DOCTORADO

##### Doctor of Philosophy (2011 - 2014)

University of Aberdeen , Gran Bretaña

Título de la disertación/tesis: MATHEMATICAL PRINCIPLES BEHIND THE TRANSMISSION OF ENERGY AND SYNCHRONISATION IN COMPLEX NETWORKS

Tutor/es: Dr. Murilo Da Silva Baptista - Prof. Celso Grebogi

Obtención del título: 2014

Institución financiadora: University of Aberdeen , Escocia

Palabras Clave: Networks Complex systems Transmission of Energy Power-grids Phase oscillators Synchronisation

Áreas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Materiales Condensados / Sistemas Complejos

#### MAESTRÍA

##### Maestría en Física (UDELAR-PEDECIBA) (2008 - 2010)

Universidad de la República - Facultad de Ciencias - UDeLaR , Uruguay

Título de la disertación/tesis: Sincronización de osciladores electrónicos acoplados

Tutor/es: Arturo Carlos Martí, Cecilia Cabeza

Obtención del título: 2010

Palabras Clave: Sincronización Osciladores no lineales Opto-acoplados

Áreas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Materiales Condensados / Mecánica Estadística

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Materiales Condensados / Física no lineal

#### GRADO

##### Licenciatura en Física opción Física (2003 - 2008)

Universidad de la República - Facultad de Ciencias - UDeLaR , Uruguay

Título de la disertación/tesis:

Obtención del título: 2008

Áreas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Fluidos y Plasma / Mecánica

Estadística y Física no lineal

## EN MARCHA

### GRADO

#### Licenciatura en Física opción Astronomía (2002)

Universidad de la República, Facultad de Ciencias - UDeLaR, Uruguay

Título de la disertación/tesis:

Áreas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Astronomía / Mecánica Celeste

## Formación complementaria

## CONCLUIDA

### PARTICIPACIÓN EN EVENTOS

#### 1st Latin American Conference on Complex Networks (LANET) (2017)

Tipo: Congreso

Institución organizadora: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), México

Palabras Clave: sistemas complejos Redes complejas Analisis de datos

Áreas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Materiales Condensados / Sistemas Complejos

Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Matemática Aplicada / Redes Complejas

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Biológicas / Otros Tópicos Biológicos / Redes del cerebro

#### International Workshop on Mathematics of Climate Change and Natural Disasters (2017)

Tipo: Taller

Institución organizadora: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Brasil

Palabras Clave: Redes complejas Analisis de datos Cambio Climático

Áreas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Fluidos y Plasma / Sistemas Complejos

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias de la Tierra y relacionadas con el Medio Ambiente /

Geociencias multidisciplinaria /

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias de la Tierra y relacionadas con el Medio Ambiente /

Investigación Climatológica /

#### XXXVI Dynamics Days Europe (2016)

Tipo: Congreso

Institución organizadora: School of Applied Mathematics and Physical Sciences National Technical University of Athens (NTUA), Grecia

Palabras Clave: sistemas complejos Sistemas dinámicos Redes complejas Analisis de datos

Simulaciones numéricas

Áreas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Materiales Condensados / Física no lineal

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Materiales Condensados / Sistemas Complejos

Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Matemática Aplicada / Sistemas Dinámicos

#### IV Dynamics Days Latin America and the Caribbean (2016)

Tipo: Congreso

Institución organizadora: Universidad Benemérita Autónoma de Puebla (UBAP), México

Palabras Clave: sistemas complejos Física no lineal Sistemas dinámicos Mecánica Estadística Emergencia y auto-organización

Áreas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Matemática Aplicada / Sistemas Dinámicos

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Materiales Condensados / Sistemas Complejos

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Materiales Condensados / Redes complejas

#### **Mathematics and Physics of Multilayer Complex Networks (2015)**

Tipo: Congreso

Institución organizadora: Max-Planck Institute for the Physics of Complex Systems, Alemania

Palabras Clave: sistemas complejos Redes complejas Redes de Redes

Areas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Materiales Condensados / Mecánica Estadística

Ciencias Naturales y Exactas / Otras Ciencias Naturales / Otras Ciencias Naturales /

Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Estadística y Probabilidad / Teoría de Grafos

#### **Latin American Workshop on Nonlinear Phenomena, XIV LAWNP (2015)**

Tipo: Congreso

Institución organizadora: Universidad Nacional de Colombia, Colombia

Palabras Clave: Complex networks Complex systems NONLINEAR PHENOMENA

Areas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Matemática Aplicada / Sistemas Dinamicos

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Materiales Condensados / Sistemas

Complejos

#### **Workshop - Integrative Research: Challenges of complex systems for technological applications (2015)**

Tipo: Taller

Institución organizadora: British Council y FAPESP, Brasil

Palabras Clave: sistemas complejos Sincronización dinámica no lineal Redes complejas Red Eléctrica de transmisión

Areas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Estadística y Probabilidad / Teoría de Grafos

Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Matemática Aplicada / Sistemas Dinamicos

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Materiales Condensados / Mecánica

Estadística

#### **Dynamics of Coupled Oscillators: 40 years of the Kuramoto Model (2015)**

Tipo: Congreso

Institución organizadora: Max-Planck Institute for the Physics of Complex Systems, Alemania

Palabras Clave: sistemas complejos Redes complejas Osciladores acoplados

Areas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Estadística y Probabilidad / Teoría de Grafos

Ciencias Naturales y Exactas / Otras Ciencias Naturales / Otras Ciencias Naturales /

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Materiales Condensados / Mecánica

Estadística

#### **XVIII MEDYFINOL Conference (2014)**

Tipo: Congreso

Institución organizadora: Universidade Federal de Alagoas, Maceio, Brasil

Palabras Clave: Networks Complex systems Dynamical Systems Non-linear Physics Data analysis

Stochastic dynamics

Areas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Fluidos y Plasma /

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Materiales Condensados /

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física Atómica, Molecular y Química /

#### **Causality, Information transfer and Dynamical Networks (2014)**

Tipo: Congreso

Institución organizadora: Max-Planck Institute for Complex Systems, Dresden, Alemania

Palabras Clave: Information theory Causality measures Network inference Data analysis Biophysics

Neuro-science

Areas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física Atómica, Molecular y Química /

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Materiales Condensados /

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Fluidos y Plasma /

#### **European Conference on Complex Systems (2014)**

Tipo: Congreso

Institución organizadora: Institute for Advanced Studies IMT, Lucca, Italia  
Palabras Clave: Complex systems Dynamical Systems Network inference Data analysis  
Areas de conocimiento:  
Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Materiales Condensados /  
Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Fluidos y Plasma /

#### **13th Experimental Chaos and Complexity Conference (2014)**

Tipo: Congreso  
Institución organizadora: University of Aberdeen, Escocia  
Palabras Clave: Chaos Complex systems Dynamical Systems Non-linear Physics  
Areas de conocimiento:  
Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Fluidos y Plasma /  
Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Óptica, Acústica /  
Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Materiales Condensados /

#### **Joint CRM-Imperial College school and workshop in Complex Systems (2013)**

Tipo: Taller  
Institución organizadora: Universitat Autònoma de Barcelona, España  
Palabras Clave: sistemas complejos Fenomenos criticos Teoría de grafos  
Areas de conocimiento:  
Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Materiales Condensados /  
Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Estadística y Probabilidad /  
Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Matemática Aplicada /

#### **Dynamic Days Europe 2013 (2013)**

Tipo: Congreso  
Institución organizadora: Centre for Biomedical Technology, España  
Palabras Clave: sistemas complejos Sistemas dinamicos Redes complejas Sistemas biologicos

#### **European Conference on Complex Systems (2013)**

Tipo: Congreso  
Institución organizadora: World Trade Centre Barcelona, The Complex System Society, España  
Palabras Clave: sistemas complejos Física no lineal Redes complejas Sistemas biologicos  
Fenomenos criticos  
Areas de conocimiento:  
Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Fluidos y Plasma / Mecánica  
Estadística  
Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Materiales Condensados / Redes  
complejas

#### **Methods of Chaos Detection and Predictability Theory and Applications (2013)**

Tipo: Congreso  
Institución organizadora: Max-Planck Institute for Physics of Complex Systems, Alemania  
Palabras Clave: Física no lineal Sistemas dinamicos Teoría de grafos Mecánica Estadística  
Areas de conocimiento:  
Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física Nuclear /  
Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Matemática Aplicada /  
Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Estadística y Probabilidad /

#### **Workshop on Critical Transitions in Complex Systems (2012)**

Tipo: Taller  
Institución organizadora: Imperial College of London, Inglaterra  
Palabras Clave: sistemas complejos Sistemas biologicos Fenomenos criticos Redes climaticas

#### **European Conference on Complex Systems (2012)**

Tipo: Congreso  
Institución organizadora: Université libre de Bruxelles, The Complex System Society, Bélgica  
Palabras Clave: sistemas complejos Redes complejas Fenomenos criticos Auto-organizacion  
Areas de conocimiento:  
Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Fluidos y Plasma /  
Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Materiales Condensados /  
Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias de la Computación e Información / Ciencias de la

Información y Bioinformática /

**International Conference on Delayed Complex Systems (2012)**

Tipo: Congreso

Institución organizadora: Institute of Theoretical Physics, Collaborative Research Center 910, España

Palabras Clave: sistemas complejos Física no lineal Sistemas dinamicos Laseres

**XVII MEDYFINOL Conference (2012)**

Tipo: Congreso

Institución organizadora: Universidad de los Andes, Chile

Palabras Clave: sistemas complejos Física no lineal Sistemas dinamicos Mecanica Estadistica

Areas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias de la Computación e Información / Ciencias de la Información y Bioinformática /

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Fluidos y Plasma /

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Materiales Condensados /

**Fluidos 2010 - XI Meeting on recent advances in Fluid Dynamics and their Applications (2010)**

Tipo: Encuentro

**Dynamics Days 2010 South America (2010)**

Tipo: Congreso

Institución organizadora: INPE - National Institute for the Space Research, Brasil

Palabras Clave: Sincronización dinámica no lineal caos turbulencia

Areas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Fluidos y Plasma / Física no lineal

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Fluidos y Plasma / Mecánica Estadística

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Materiales Condensados / Mecánica Estadística

**Hands-On Research School in Complex Systems (2009)**

Tipo: Taller

Institución organizadora: ICTP, Brasil

Palabras Clave: Nonlinear Physics Complex systems Fluid dynamics Numerical simulations Chemical oscillators

**Pseudochaos and Stable-chaos in Statistical Mechanics and Quantum Physics (2009)**

Tipo: Taller

Institución organizadora: ICTP, Italia

Palabras Clave: Chaos

Areas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Fluidos y Plasma / Mecánica

Estadística y Sistemas Dinámicos

**XXXII Encontro Nacional de Física da Materia Condensada (2009)**

Tipo: Encuentro

Institución organizadora: Sociedad Brasileira de Física, Brasil

Areas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Materiales Condensados / Mecánica

Estadística

**Conference on Nonequilibrium Statistical Mechanics and Nonlinear Physics (2008)**

Tipo: Congreso

Institución organizadora: MEDYFINOL, Uruguay

Palabras Clave: Statistical Mechanics Nonlinear Physics

**93 Reunión Nacional de Física Argentina - XI Reunión de la sociedad Uruguaya de Física (2008)**

Tipo: Encuentro

Institución organizadora: Asociación Física Argentina, Argentina

**X Reunión de la Sociedad Uruguaya de Física (2007)**

Tipo: Encuentro

Institución organizadora: Sociedad Uruguaya de Física, Uruguay

## Idiomas

### Inglés

Entiende muy bien / Habla muy bien / Lee muy bien / Escribe muy bien

### Portugués

Entiende muy bien / Habla muy bien / Lee bien / Escribe bien

### Sueco

Entiende regular / Habla regular / Lee regular / Escribe regular

## Áreas de actuación

### CIENCIAS NATURALES Y EXACTAS

Ciencias Físicas / Física de los Fluidos y Plasma / Simulaciones numéricas

### CIENCIAS NATURALES Y EXACTAS

Matemáticas / Matemática Aplicada / Sistemas Dinámicos

### CIENCIAS NATURALES Y EXACTAS

Ciencias Físicas / Física de los Materiales Condensados / Sistemas Complejos

### CIENCIAS NATURALES Y EXACTAS

Matemáticas / Matemática Aplicada / Redes Complejas / Teoría de Grafos

## Actuación profesional

### SECTOR GOBIERNO/PÚBLICO - AGENCIA NACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN - URUGUAY

Agencia Nacional de Investigación e Innovación

### VÍNCULOS CON LA INSTITUCIÓN

#### Otro (12/2014 - a la fecha)

Investigador Activo ,40 horas semanales / Dedicación total

### SECTOR EDUCACIÓN SUPERIOR/PÚBLICO - UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA - URUGUAY

Facultad de Ciencias - UDeLaR

### VÍNCULOS CON LA INSTITUCIÓN

#### Funcionario/Empleado (12/2016 - a la fecha)

Profesor Adjunto ,35 horas semanales / Dedicación total

Exp. 240200-001282-15

Escalafón: Docente

Grado: Grado 3

Cargo: Efectivo

#### Funcionario/Empleado (12/2014 - 12/2016)

Profesor Adjunto ,35 horas semanales / Dedicación total  
Cargo por CSIC retorno de profesores del exterior (Exp. 240200-000813-14)  
Escalafón: Docente  
Grado: Grado 3  
Cargo: Interino

**Funcionario/Empleado (12/2010 - 07/2012)**

Asistente Investigador ,30 horas semanales  
Exp. 240200-000735-10 Exp. 240200-000131-11 (Extensión de 30 h a 40 h, 3/2011 - 7/2011)  
Escalafón: Docente  
Grado: Grado 2  
Cargo: Interino

**Funcionario/Empleado (08/2009 - 12/2010)**

Ayudante ,20 horas semanales  
Exp. 240200-000310-09  
Escalafón: Docente  
Grado: Grado 1  
Cargo: Interino

**Funcionario/Empleado (09/2007 - 03/2009)**

Investigador Ayudante ,20 horas semanales  
Exp. 240200-000602-07 Exp. 240200-000725-07 (Extensión de 20 h a 35 h, 10/2007 - 12/2007)  
Exp. 240200-000674-08 (Extensión de 20 h a 30 h, 09/2008 - 12/2008)  
Escalafón: Docente  
Grado: Grado 1  
Cargo: Interino

**ACTIVIDADES**

**LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN**

**Análisis de la estabilidad transitoria, dinámica y estructural de las redes eléctricas modernas (05/2015 - a la fecha )**

Las redes eléctricas modernas son sistemas extremadamente complejos debido a la diversidad de los elementos que las componen y de las fluctuaciones, difíciles de predecir, tanto en la dinámica de las unidades como en las interacciones entre las mismas. Esta complejidad da lugar a la emergencia de nuevos comportamientos colectivos que van más allá de la dinámica individual de las unidades. Entre ellos mencionamos las fallas en cascada, donde una desperfecto localizado se difunde rápidamente afectando toda la red, provocando eventualmente efectos devastadores y pérdidas millonarias. Dos ejemplos paradigmáticos fueron los apagones generales reportados en la red del Noroeste de Estados Unidos en 2003 que mantuvieron el sistema inoperante por 4 días causando un sin número de problemas y el de la red China en 2008 que afectó decenas de millones de personas. Estos desperfectos escapan al control actual que los análisis clásicos de estabilidad estructural, dinámica y transitoria de la red eléctrica permiten predecir. Sin embargo, el nuevo enfoque que las técnicas desarrolladas para sistemas complejos introduce, ha permitido recientemente a la comunidad científica obtener predicciones sobre el comportamiento de las redes eléctricas y mejorar su control. Este proyecto se enfoca en realizar los análisis de estabilidad estructural y transitoria de la red eléctrica de transmisión nacional por medio de las técnicas desarrolladas para sistemas complejos. En particular, se busca obtener la comprensión, predicción y prevención de las posibles fallas en cascada que la red eléctrica podría sufrir en un futuro debido al constante incremento en su complejidad (por ejemplo, debido al incremento en la demanda o la inclusión de mayor número de fuentes de energía renovable). Es decir, el proyecto busca aportar resultados prácticos que complementen la planificación del desarrollo de la red eléctrica nacional y permitan cuantificar y evitar sus posibles fallas.

Mixta

20 horas semanales

Facultad de Ciencias, Instituto de Física , Coordinador o Responsable

Equipo: CECILIA CABEZA , ARTURO C. MARTÍ , CELSO GREBOGI , MURILO S. BAPTISTA , CHENGWEI WANG

Palabras clave: Sincronización Sistemas dinámicos Redes complejas Red Eléctrica de transmisión

Áreas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Materiales Condensados / Sistemas Complejos

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Materiales Condensados /

**Desarrollo de diagnósticos basados en la conectividad del cerebro en pacientes depresivos (09/2015 - a la fecha)**

Recientemente, mediante las técnicas de magneto-resonancia, se ha podido estudiar el metabolismo del cerebro ante diferentes tareas y en reposo como metodología para el diagnóstico médico de diferentes enfermedades que afectan al normal funcionamiento del cerebro. Como resultado, una gran cantidad de datos y nuevos paradigmas sobre el funcionamiento del cerebro han surgido en las últimas décadas. En este proyecto, se plantea el análisis de la conectividad cerebral de pacientes que presentan depresión frente a pacientes sin dicha patología y también frente a pacientes tratados por fármacos que fueron diagnosticados con dicha patología. Mediante el uso de imágenes obtenidas por magneto-resonancia cuando los pacientes se encuentran en reposo, se pretende analizar estadísticamente la conectividad del cerebro mediante la inferencia de la red compleja de relaciones funcionales que emergen para los sujetos bajo las características anteriormente mencionadas.

Mixta

10 horas semanales

Facultad de Ciencias y Facultad de Psicología, Instituto de Física y Centro de Investigaciones Básicas en Psicología, Integrante del equipo

Equipo: ARTURO C. MARTÍ, VICTORIA GRADIN

Palabras clave: sistemas complejos Redes Neuronales Conectividad cerebral

Áreas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Biológicas / Biofísica / Redes Neuronales

Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Estadística y Probabilidad / Teoría de Grafos

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Materiales Condensados / Sistemas Complejos

**Algoritmos para la detección de comunidades en redes complejas (03/2015 - a la fecha)**

Redes tróficas, donde los nodos son especies en un ecosistema y las conexiones pueden ser las relaciones entre el depredador y la presa, o redes como la Internet, donde los nodos son páginas web y las conexiones pueden ser enlaces entre ellos, son sólo dos ejemplos de redes que muestran estructuras modulares, es decir, comunidades. Las comunidades son subconjuntos de nodos, páginas web o especies, que se agrupan de una manera mejor conectada, como es el caso de un grupo de usuarios en Facebook que están densamente conectados por su amistad mutua y están escasamente conectados a otros usuarios. Entre las muchas ventajas de la identificación de las comunidades en la red, es la comprensión de cómo son los crecimientos/encogimientos de la red y cuáles pueden ser los comportamientos emergentes. Sin embargo, esta detección de las comunidades es una tarea titánica. Especialmente, ya que las redes reales, como el Facebook, evolucionan en el tiempo mediante la adición/eliminación de nodos (usuarios) y/o se modifican al incluir conexiones (amistades). En este proyecto, presentamos un nuevo enfoque para hacer frente a este problema fundamental desde una perspectiva diferente. Consideramos los nodos de la red como partículas que interactúan, donde las fuerzas de interacción entre dos partículas son atractivos si los nodos comparten una conexión en la red o repulsiva cuando ocurre lo contrario. En consecuencia, se presenta un enfoque que es flexible, debido a la libertad de elección de la dinámica de la partícula, detecta rápidamente las comunidades mediante el análisis de las partículas resultantes en grupos, y no se ve afectada por los posibles tiempos de variaciones de la red que se absorben de forma automática por la dinámica colectiva de las partículas.

Fundamental

10 horas semanales

Facultad de Ciencias (UdelaR) y Universidad de San Pablo (BR), Instituto de Física, Coordinador o Responsable

Equipo: MARCOS G. QUILES, ELBERT E. N. MACAU, FEDERICO ABELLÁ

Palabras clave: Redes complejas

Áreas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Estadística y Probabilidad / Teoría de Grafos

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de Partículas y Campos / Sistemas Dinámicos

**Transmisión de Energía y Sincronización en Redes Complejas (10/2011 - 10/2014)**

Se entiende un sistema complejo como un sistema compuesto por una gran cantidad de subsistemas interactuando. En este sentido, los investigadores buscan hallar una relación entre los comportamientos colectivos que emergen en estos sistemas con la forma en que interactúan sus componentes, es decir, con la red compleja que representa la topología de las interacciones. Como ejemplo paradigmático de comportamiento colectivo, es la sincronización de los sistemas, es decir, un comportamiento en donde todos los subsistemas poseen una evolución y ritmo común. En general, se busca esta relación entre los comportamientos emergentes y la red ya que muchas veces los comportamientos son impredecibles (como los apagones generales de las redes eléctricas) aún cuando se conoce la red compleja, mientras que otras veces la red es desconocida



(como en diferentes redes neuronales) mientras que sus comportamientos son observados por diferentes metodologías. Durante mi doctorado en la Universidad de Aberdeen, mis estudios se centraron en el estudio de la relación entre el comportamiento y la forma de la red compleja para el caso de las redes eléctricas del Reino Unido, y particularmente, la de Escocia. De esta forma, se realizó el análisis de estabilidad de la red actual de transmisión de energía en estos países y se procuró el diseño a futuro de una red eléctrica robusta y estable con el menor costo, incremento de redundancia, y auto-controlable.

Mixta

40 horas semanales

Universidad de Aberdeen, Instituto de Sistemas Complejos y Modelaje Matemático para Biología , Otros

Equipo: CELSO GREBOGI , MURILO S. BAPTISTA

Palabras clave: sistemas complejos Sincronización Redes complejas Red Eléctrica de transmisión

Áreas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Materiales Condensados / Redes complejas

Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Estadística y Probabilidad / Teoría de Grafos

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Materiales Condensados / Sistemas Complejos

#### **Modelado numérico de las ecuaciones de Navier-Stokes (08/2010 - 07/2011 )**

A partir del modelado numérico de las ecuaciones de Navier-Stokes, se analizaron los comportamientos turbulentos de fuentes con simetría plana en ambientes estratificados. Las distintas situaciones dinámicas se investigan mediante la variación del número de Reynolds, el grado de estratificación del ambiente y el caudal. Además, variaciones en el número de Prandtl, el de Peclet y en la aproximación de Boussinesq son tratadas a modo de establecer la versatilidad del modelo numérico. Los resultados principales son contrastados con algunas experiencias de laboratorio realizadas en el Laboratorio de Inestabilidades en Fluidos del Instituto de Física de la Facultad de Ciencias.

Fundamental

15 horas semanales

Facultad de Ingeniería, Instituto de Mecánica de los Fluidos e Ingeniería Ambiental , Integrante del equipo

Equipo: CECILIA CABEZA , Gabriel Usera

Palabras clave: Fluidos y Turbulencia Simulación numérica

Áreas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Fluidos y Plasma / Inestabilidades en Fluidos

#### **Sincronización de Osciladores No lineales (09/2008 - 08/2010 )**

La sincronización de osciladores no lineales es parte de mi trabajo de maestría. La sincronización es el estudio de cómo distintos sistemas pueden evolucionar hacia un estado conjunto donde todos los sistemas realizan los mismos comportamientos al mismo tiempo. En particular, la tesis de maestría se enfocó en osciladores electrónicos que poseen dos escalas temporales distintas. Estos osciladores han resultado ser muy buenos modelos para la representación electrónica de varios sistemas, como: luciérnagas, neuronas, y uniones de Josephson. Por otra parte, mi trabajo de Doctorado se basó en el estudio de las redes complejas, y como el conocimiento de la topología de un sistema complejo puede predecir sus comportamientos colectivos. En particular, los resultados teóricos de redes complejas fueron aplicados a resolver problemas de estabilidad en redes eléctricas, por ejemplo, cuando se modifica la red debido a la inclusión de nuevas centrales eléctricas o consumidores, la modificación inevitable debido al mal funcionamiento de equipos, o por la inclusión de nuevas líneas de transmisión o descentralización de energía.

Mixta

30 horas semanales

Instituto de Física, Grupo de Mecánica Estadística y Física No Lineal , Otros

Equipo: CECILIA CABEZA , ARTURO C. MARTÍ

Áreas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Fluidos y Plasma / Física No Lineal y Mecánica Estadística

Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Matemática Aplicada / Redes Complejas

Ciencias Naturales y Exactas / Otras Ciencias Naturales / Otras Ciencias Naturales / Sistemas Complejos

#### **PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO**

**Estudio de las bases neurales del trastorno depresivo mediante técnicas de electroencefalografía, neuroimagen y conectividad cerebral (03/2016 - a la fecha)**

Los trastornos psiquiátricos como la depresión y las adicciones son trastornos comunes, altamente incapacitantes en muchos casos y poco comprendidos desde el punto de vista biológico. Los tratamientos disponibles son solo parcialmente efectivos, por lo que estos trastornos contribuyen significativamente a la carga global de enfermedades (global burden of disease). En particular el trastorno depresivo mayor se presenta comúnmente como una enfermedad recurrente o continua (crónica) y ha sido catalogado como la cuarta causa de discapacidad y muerte prematura a nivel mundial (Mathers and Loncar, 2006). Esto subraya la importancia de realizar investigación en esta área que pueda mejorar la comprensión de los mecanismos de dichas patologías, así como aumentar la eficacia de sus tratamientos. En las últimas dos décadas el uso de técnicas neuroimagenológicas tales como la resonancia magnética funcional (fMRI) y registros electrofisiológicos como la electroencefalografía (EEG) han permitido la investigación en sujetos humanos de los mecanismos neurales que subyacen a los trastornos psiquiátricos. En particular, fMRI permite detectar regiones del cerebro con actividad neural diferente en pacientes y en sujetos control durante la realización de tareas experimentales o durante resting state donde el participante no realiza una tarea explícita. También en las últimas dos décadas, el modelado computacional y matemático se ha vuelto común en el campo de la neurociencia, proveyendo un marco teórico para estudiar y describir el funcionamiento del cerebro, abarcando desde los procesos celulares hasta la psicología cognitiva (Montague et al., 2011). Más recientemente, las aproximaciones computacionales han empezado a aplicarse en psiquiatría. El modelado computacional se ha usado particularmente para describir tomas de decisión alteradas en poblaciones psiquiátricas (Huys, 2009; Moutoussis et al., 2011). Modelos computacionales se han usado también en combinación con técnicas neuroimagenológicas para describir más precisamente y explicar las anomalías neurales encontradas en pacientes psiquiátricos (Gradin et al., 2011; Murray et al., 2008). Este proyecto de investigación pretende estudiar mecanismos neurales que subyacen a los trastornos psiquiátricos (en especial al trastorno depresivo mayor y las adicciones) mediante una combinación de modelado computacional del funcionamiento cerebral, técnicas de fMRI y de EEG y experimentos comportamentales.

10 horas semanales

Facultad de Psicología - UDeLaR, Centro de Investigación Básica en Psicología  
Investigación

Integrante del Equipo

En Marcha

Financiación:

Comisión Sectorial de Investigación Científica - UDeLaR, Uruguay, Apoyo financiero

Equipo: ARTURO C. MARTÍ, VICTORIA GRADIN (Responsable), ÁLVARO CABANA

Palabras clave: Imagenología Trastornos cerebrales Conectividad funcional

Áreas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Biológicas / Biofísica /

#### **Social Learning analytics aplicada a las comunidades médicas latinoamericanas (12/2015 - 08/2016)**

EviMed ([www.evimed.net](http://www.evimed.net)) es una Empresa creada en 2004 en Uruguay y líder en América Latina, dedicada a la educación médica continua con impacto en la práctica clínica. En los últimos años ha desarrollado diversos proyectos educativos en español y portugués para toda la región latinoamericana, en conjunto con instituciones internacionales, tales como la American Society for Microbiology, la World Gastroenterology Organization, la Sociedad Latinoamericana de Nefrología e Hipertensión o la Asociación Latinoamericana de Diabetes. En el momento actual, en el mundo se combinan una serie de nuevas tecnologías que están produciendo una innovación radical en la educación continua. La gestión de grandes conglomerados de personas, multiplicada por el número de participaciones de esas personas en espacios virtuales de aprendizaje, genera datos que sólo puede ser atacada con herramientas de Big Data. A eso, se le suma el entendimiento de la naturaleza de la interacción on line, que se puede abordar con herramientas de Discourse Analysis y la interpretación de lenguaje natural y los fenómenos de interacción en la red, con herramientas de Social Network Analysis. Este proyecto apunta al desarrollo de una metodología y un producto tecnológico para el análisis de la estructura de las comunidades profesionales de alcance continental con las que EviMed trabaja, y su relación con el aprendizaje de los médicos, utilizando las teorías y metodologías mencionadas en el párrafo anterior, englobadas en el concepto de Social Network Analytics. A partir de este proyecto, se apunta a: 1. Entender las redes: Definición de métricas e indicadores relevantes y las fuentes de información y procesos para conseguirlos. 2. Crear el software: Implementación de herramienta para la sistematización del análisis de la información. 3. Comercializar el nuevo producto.

5 horas semanales

Empresa EviMed

Extensión

Otros

Concluido

Financiación:

Agencia Nacional de Investigación e Innovación, Uruguay, Apoyo financiero

Equipo:

Palabras clave: Redes complejas Redes Sociales Comunidades

Areas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Estadística y Probabilidad / Redes Complejas

#### **Neurodinámica (06/2015 - 03/2016 )**

Proyecto Neurodinámica financiado por el Premio Por la Mujer en la Ciencia - Uruguay 2014, otorgado por L'Oréal-Unesco con el apoyo de Dicyt (MEC)

10 horas semanales

IMERL

Investigación

Integrante del Equipo

Concluido

Financiación:

Dirección de Innovación, Ciencia y Tecnología, Uruguay, Beca

Equipo: ARTURO C. MARTÍ , CECILIA CABEZA , ELEONORA CATSIGERAS (Responsable) ,

GONZALO DE POLSI

Palabras clave: Sincronización Redes complejas Redes Neuronales

Areas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Matemática Pura / Sistemas dinámicos

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Materiales Condensados / Sistemas

Complejos

#### **DIRECCIÓN Y ADMINISTRACIÓN**

##### **(11/2016 - a la fecha )**

Universidad de la República, Instituto de Física de la Facultad de Ciencias

3 horas semanales

#### **DOCENCIA**

##### **Licenciatura en Ciencias Biológicas (03/2017 - a la fecha)**

Grado

Responsable

Asignaturas:

Física I para Biociencias y Geociencias, 4 horas, Teórico

Areas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de Partículas y Campos / Física Clásica

Newtoniana

##### **Licenciatura en Física (03/2017 - a la fecha)**

Grado

Responsable

Asignaturas:

Laboratorio I, 4 horas, Teórico-Práctico

Areas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física Atómica, Molecular y Química / Física

Moderna

##### **Licenciatura en Ciencias Biológicas (08/2016 - 12/2016 )**

Grado

Responsable

Asignaturas:

Física II para Biociencias y Geociencias, 4 horas, Teórico

Areas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de Partículas y Campos / Mecánica Clásica

Newtoniana

##### **Maestría en Física (UDELAR-PEDECIBA) (08/2016 - 12/2016 )**

Maestría

Organizador/Coordinador

Asignaturas:

Física No Lineal, 6 horas, Teórico-Práctico

Areas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Materiales Condensados / Física no lineal

Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Matemática Pura / Sistemas dinámicos

**Licenciatura en Ciencias Biológicas (08/2015 - 12/2015 )**

Grado

Responsable

Asignaturas:

Física 2 para Biociencias y Geociencias, 5 horas, Teórico

Areas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Materiales Condensados / Electromagnetismo

**Licenciatura en Ciencias Biológicas (03/2015 - 07/2015 )**

Grado

Responsable

Asignaturas:

Física 1 para Biociencias y Geociencias, 5 horas, Teórico

Areas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Materiales Condensados / Sistemas Dinámicos

**Licenciatura en Física (03/2011 - 07/2011 )**

Grado

Asistente

Asignaturas:

Ondas, 2 horas, Práctico

Laboratorio I, 4 horas, Teórico-Práctico

Mecánica Analítica, 2 horas, Práctico

**Licenciatura en Física (08/2010 - 12/2010 )**

Grado

Responsable

Asignaturas:

Taller II, 4 horas, Teórico-Práctico

Física No Lineal: teoría y experimentos, 2 horas, Práctico

**Licenciatura en Física (03/2010 - 07/2010 )**

Grado

Asistente

Asignaturas:

Ondas, 2 horas, Práctico

**Licenciatura en Física (08/2009 - 12/2009 )**

Grado

Asistente

Asignaturas:

Taller II, 4 horas, Teórico-Práctico

Areas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Óptica, Acústica / Electrónica y Propagación de Ondas

**EXTENSIÓN**

**Dinámica de mapas acoplados (09/2008 - 12/2008 )**

Instituto de Física, Grupo de Mecánica Estadística  
10 horas

**PASANTÍAS**

**(04/2016 - 06/2016 )**

Universidad Politécnica de Catalunya (UPC), Departamento de Óptica No Lineal y Láseres  
40 horas semanales  
Áreas de conocimiento:  
Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias de la Computación e Información / Ciencias de la Computación / Codificación de señales

**(03/2016 - 03/2016)**

Universidad de Essex (UoE), Departamento de Matemática Aplicada  
40 horas semanales  
Áreas de conocimiento:  
Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Matemática Pura / Sistemas dinámicos  
Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Materiales Condensados / Sistemas Hamiltonianos

**(02/2016 - 03/2016)**

Universidad de Aberdeen (UoA), Instituto de Sistemas Complejos y Matemática Biológica  
40 horas semanales  
Áreas de conocimiento:  
Ingeniería y Tecnología / Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electrónica e Ingeniería de la Información / Ingeniería Eléctrica y Electrónica / Potencia  
Ingeniería y Tecnología / Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electrónica e Ingeniería de la Información / Ingeniería Eléctrica y Electrónica / Control  
Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Materiales Condensados / Sistemas Complejos

**(04/2015 - 04/2015)**

Universidad de Aberdeen (UoA), Instituto de Sistemas Complejos y Matemática Biológica  
40 horas semanales  
Áreas de conocimiento:  
Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Materiales Condensados / Redes complejas  
Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Materiales Condensados / Sistemas Complejos  
Ingeniería y Tecnología / Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electrónica e Ingeniería de la Información / Ingeniería Eléctrica y Electrónica / Potencia

**(02/2014 - 03/2014)**

Universidad Politécnica de Catalunya (UPC), Departamento de Óptica No Lineal y Láseres  
40 horas semanales  
Áreas de conocimiento:  
Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Matemática Aplicada / Análisis de datos  
Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Materiales Condensados /

**(03/2014 - 03/2014)**

Universidad de Bristol (UoB), Instituto de Computación Cuántica  
40 horas semanales  
Áreas de conocimiento:  
Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de Partículas y Campos / Física Cuántica

**(09/2007 - 12/2007)**

Universidad de la República, Laboratorio de Acusto-Óptica  
6 horas semanales  
Áreas de conocimiento:  
Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Óptica, Acústica / Acusto-Óptica

## **GESTIÓN ACADÉMICA**

**Delegado estudiantil a la Comisión Académica de Posgrado (12/2008 - a la fecha)**

Universidad de la República, PEDECIBA Física  
Participación en consejos y comisiones

**Delegado docente a la Comisión Académica de Posgrado (03/2015 - a la fecha)**

## SECTOR EXTRANJERO/INTERNACIONAL/ENSEÑANZA SUPERIOR - ESCOCIA

University of Aberdeen

### VÍNCULOS CON LA INSTITUCIÓN

#### Funcionario/Empleado (01/2015 - 01/2017)

Honorary Research Fellow, 10 horas semanales

#### CARGA HORARIA

Carga horaria de docencia: 10 horas

Carga horaria de investigación: 20 horas

Carga horaria de formación RRHH: 15 horas

Carga horaria de extensión: Sin horas

Carga horaria de gestión: 5 horas

### Producción científica/tecnológica

La Complejidad es un problema centenario cuyas ramificaciones han llevado a científicos de todas las disciplinas dentro de las Ciencias Naturales y Exactas a poner a prueba sus paradigmas y teorías. En particular, los comportamientos emergentes que los sistemas complejos exhiben escapan al paradigma reduccionista (donde el todo se explica por medio de las partes individuales) y demandan un nuevo acercamiento: las redes complejas. Se entiende por sistema complejo a un sistema compuesto por muchos subsistemas que interactúan dinámicamente y se auto-organizan, sin la necesidad de forzantes externos o controladores. Por otro lado, las redes complejas corresponden a la representación topológica de los sistemas complejos, donde los nodos de la red son los subsistemas y los enlaces de la red son las interacciones. Por lo tanto, en un esfuerzo conjunto e interdisciplinario, actualmente se intentan determinar los principios matemáticos y explicar los mecanismos subyacentes causantes de los comportamientos colectivos que los sistemas complejos exhiben por medio de un enfoque basado en redes complejas [0].

Personalmente, mi interés en los sistemas complejos se debe a la comprensión de cómo se transmite la energía y la información, y cómo emerge la sincronía (una clase particular de dinámica colectiva) de sistemas en una red compleja. Además, mi investigación se enfoca en describir cuantitativamente la relación entre la estructura de la red compleja con los comportamientos colectivos emergentes de dichos sistemas. En general, el enfoque es sobre la dinámica colectiva de osciladores de fase [1,2,3], los cuales son sistemas utilizados, desde el modelado de uniones de Josephson, redes sensoriales, osciladores electro-químicos, al modelado de luciérnagas o neuronas. En particular, me enfoco en redes eléctricas como modelo de sistema complejo. Una red eléctrica involucra una variedad de subsistemas con distintas dinámicas de fase, i.e., generadores (como plantas nucleares o fuentes de energía renovable) y consumidores (como fabricas o casas particulares), que interactúan por medio de interconexiones (como la las líneas de transporte de alto voltaje y las de distribución local de 220 volts). En este sentido, los resultados sobre la descripción cuantitativa de la relación entre la estructura y los comportamientos [4,5] ayudan a desarrollar redes eléctricas [6] que son robustas ante fallas estructurales, e.g., debido a la modificaciones de las conexiones, y estables ante fluctuaciones de energía inesperadas, e.g., debido a fallas en algún generador. Mas aún, las propiedades generales de estos resultados son aplicables a otros modelos de sistemas complejos, como la fractura de materiales [7], redes de datos [8], redes de consumo-demanda [9], y transporte en sistemas biológicos.

#### Bibliografía:

- [0] N. Rubido, Energy Transmission and Synchronization in Complex Networks (Springer, 2015).
- [1] Eur. Phys. J.: Special Topics 223 (2014), pp. 1-11.
- [2] J. Phys. Conf. Ser. 285 (2011), pp. 012026-10.
- [3] Eur. Phys. J. D 62 (2011), pp. 51-56.
- [4] Europhys. Lett. 101 (2013), pp. 68001-5.
- [5] Phys. Rev. E 89 (2014), pp. 012801-5.
- [6] Eur. Phys. J.: Special Topics 10 (2014), pp. 1-15.
- [7] Phys. Rev. Lett. 80 (1998), pp. 325-328.
- [8] IEE Electro. Lett. 38 (2002), pp. 1-2.
- [9] Europhys. Lett. 84 (2008), pp. 28005-6.

### Producción bibliográfica

ARBITRADOS

**Entropy-based generating Markov partitions for complex systems (Completo, 2018)**

NICOLÁS RUBIDO , CELSO GREBOGI , MURILO S. BAPTISTA

Chaos An Interdisciplinary Jr of Nonlinear Science, v.: 28 3 , p.:1 - 12, 2018

Palabras clave: Complex systems Information theory Markov Partitions

Areas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Estadística y Probabilidad / Procesos estocásticos

Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Matemática Aplicada / Sistemas Dinamicos

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Materiales Condensados / Sistemas Complejos

Medio de divulgación: Papel

Escrito por invitación

ISSN: 10541500

DOI: [10.1063/1.5002097](https://doi.org/10.1063/1.5002097)

<http://aip.scitation.org/journal/cha>

Artículo resaltado por la revista como Featured. Abstract: The use of measures from the Information Theory for complex systems analysis requires the estimation of probabilities. In practice, these probabilities need to be derived from finite data-sets, namely, EEG signals coming from different brain regions, EKG signals coming from the heart, or temperature anomalies coming from different Earth regions. Respectively, the complex systems in these cases are the brain, the heart, and the Earth climate -all being systems composed of many dynamically interacting components. The main reason behind using measures from the Information Theory to analyse complex systems is that these measures help to better understand and predict their behaviour and functioning. However, calculating probabilities from observed data is never straightforward; in particular, up-to-now, we lack practical ways to define them without losing useful (or adding meaningless) information in the process. In order to minimise these spurious additions or losses, we propose here a method to derive these probabilities optimally. Our method makes an entropy-based encoding of the measured signals, thus, transforming them into easy-to-handle symbolic sequences containing most of the relevant information about the system dynamics. Consequently, we can find the Information Theory measures, or any other spatio-temporal average, when we seek analysing a complex system. Disponible en arXiv: 2082179 [math.DS] (2017)

Scopus® WEB OF SCIENCE™

**Interpreting physical flows in networks as a communication system (Completo, 2017)**

NICOLÁS RUBIDO , CELSO GREBOGI , MURILO S. BAPTISTA

Pramana Journal of Physics, v.: 1 1, p.:17 - 23, 2017

Palabras clave: Complex networks Flow Networks Information measures Random Walks

Areas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Materiales Condensados / Sistemas Complejos

Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Estadística y Probabilidad / Procesos estocásticos

Medio de divulgación: Internet

Escrito por invitación

ISSN: 03044289

DOI: [10.29195/iascs.01.01.0016](https://doi.org/10.29195/iascs.01.01.0016)

Information theory concepts and methodologies constitute the background of how communication systems are studied and understood. They are focused mainly on the source-channel-receiver problem and on the asymptotic limits of accuracy and communication rates, which are the classical problems studied by Shannon. However, the impact of information theory on networks (acting as the channel) is just starting. Here, we present an approach to understand how information flows in any connected network. Our approach is based on defining linear conservative flows that travel through the network from single or multiple sources to receivers. With these flows, we define a transition probability matrix that is similar to a Markovian process. Consequently, this framework allows us to have an analytical description of the problem and also to link the topological invariants of the network, such as the node degree, with the information flow and capacity, namely, the maximum amount of information generated by the network for any source-receiver configuration. In particular, our approach is able to deal with information transmission in modular networks (networks containing community structures) or multiplex networks (networks with multiple layers), which are nowadays of paramount importance. El artículo se encuentra en línea en el ArXiv: 1705.05287 nlin.AO

Scopus® WEB OF SCIENCE™

**General analytical solutions for DC/AC circuit-network analysis (Completo, 2017)**

NICOLÁS RUBIDO , CELSO GREBOGI , MURILO S. BAPTISTA  
European Physical Journal: Special Topics, v.: 226 p.:1829 - 1844, 2017  
Palabras clave: Redes complejas Circuitos lineales

Areas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Materiales Condensados / Circuitos eléctricos

Medio de divulgación: Internet

Escrito por invitación

ISSN: 19516355

DOI: [10.1140/epjst/e2017-70074-2](https://doi.org/10.1140/epjst/e2017-70074-2)

In this work, we present novel general analytical solutions for the currents that are developed in the edges of network-like circuits when some nodes of the network act as sources/sinks of DC or AC current. We assume that Ohms law is valid at every edge and that charge at every node is conserved (with the exception of the source/sink nodes). The resistive, capacitive, and/or inductive properties of the lines in the circuit define a complex network structure with given impedances for each edge. Our solution for the currents at each edge is derived in terms of the eigenvalues and eigenvectors of the Laplacian matrix of the network defined from the impedances. This derivation also allows us to compute the equivalent impedance between any two nodes of the circuit and relate it to currents in a closed circuit which has a single voltage generator instead of many input/output source/sink nodes. This simplifies the treatment that could be done via Thévenins theorem. Contrary to solving Kirchhoffs equations, our derivation allows to easily calculate the redistribution of currents that occurs when the location of sources and sinks changes within the network. Finally, we show that our solutions are identical to the ones found from Circuit Theory nodal analysis.

Scopus® WEB OF SCIENCE™

#### **Successful network inference from time-series data using mutual information rate (Completo, 2016)**

E. BIANCO-MARTINEZ , NICOLÁS RUBIDO , CH. G. ANTONOPOULOS , MURILO S. BAPTISTA  
Chaos An Interdisciplinary Jr of Nonlinear Science, v.: 26 043102, p.:26 - 30, 2016

Palabras clave: Complex networks Data analysis Network inference

Areas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Materiales Condensados / Mecánica Estadística

Medio de divulgación: Internet

ISSN: 10541500

DOI: [10.1063/1.4945420](https://doi.org/10.1063/1.4945420)

This work uses an information-based methodology to infer the connectivity of complex systems from observed time-series data. We first derive analytically an expression for the Mutual Information Rate (MIR), namely, the amount of information exchanged per unit of time, that can be used to estimate the MIR between two finite-length low-resolution noisy time-series, and then apply it after a proper normalization for the identification of the connectivity structure of small networks of interacting dynamical systems. In particular, we show that our methodology successfully infers the connectivity for heterogeneous networks, different time-series lengths or coupling strengths, and even in the presence of additive noise. Finally, we show that our methodology based on MIR successfully infers the connectivity of networks composed of nodes with different time-scale dynamics, where inference based on Mutual Information fails.

Scopus® WEB OF SCIENCE™

#### **Dynamical detection of network communities (Completo, 2016)**

MARCOS G. QUILES , ELBERT E. N. MACAU , NICOLÁS RUBIDO  
Scientific Reports, v.: 6 25570, p.:1 - 11, 2016

Palabras clave: Complex networks Community Detection

Areas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Materiales Condensados / Mecánica Estadística y Física No-lineal

Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Estadística y Probabilidad / Teoría de Grafos

Medio de divulgación: Internet

ISSN: 20452322

DOI: [10.1038/srep25570](https://doi.org/10.1038/srep25570)

A prominent feature of complex networks is the appearance of communities, also known as modular structures. Specifically, communities are groups of nodes that are densely connected among each other but connect sparsely with others. However, detecting communities in networks is so far a major challenge, in particular, when networks evolve in time. Here, we propose a change in the community detection approach. It underlies in defining an intrinsic dynamic for the nodes of the network as interacting particles (based on diffusive equations of motion and on the topological properties of the network) that results in a fast convergence of the particle system into clustered patterns. The resulting patterns correspond to the communities of the network. Since our detection of communities is constructed from a dynamical process, it is able to analyse time-varying



networks straightforwardly. Moreover, for static networks, our numerical experiments show that our approach achieves similar results as the methodologies currently recognized as the most efficient ones. Also, since our approach defines an N-body problem, it allows for efficient numerical implementations using parallel computations that increase its speed performance.

Scopus® WEB OF SCIENCE®

#### Electronically implemented coupled logistic maps (Completo, 2016)

PABLO AMIL , ALEXANDRE L-HER , NICOLÁS RUBIDO , ARTURO C. MARTÍ , CECILIA CABEZA  
European Physical Journal B, v.: 89 3, p.:1 - 8, 2016

Palabras clave: dinámica no lineal Circuitos electrónicos Mapas logísticos

Areas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Materiales Condensados / Diseño de circuitos

Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Matemática Aplicada / Sistemas Dinámicos

ISSN: 14346028

DOI: [10.1140/epjb/e2016-60986-8](https://doi.org/10.1140/epjb/e2016-60986-8)

The logistic map is a paradigmatic dynamical system originally conceived to model the discrete-time demographic growth of a population, which shockingly, shows that discrete chaos can emerge from trivial low-dimensional non-linear dynamics. In this work, we design and characterize a simple, low-cost, easy-to-handle, electronic implementation of the logistic map. In particular, our implementation allows for straightforward circuit-modifications to behave as different one-dimensional discrete-time systems. Also, we design a coupling block in order to address the behavior of two coupled maps, although, our design is unrestricted to the discrete-time system implementation and it can be generalized to handle coupling between many dynamical systems, as in a complex system. Our findings show that the isolated and coupled maps behavior has a remarkable agreement between the experiments and the simulations, even when fine-tuning the parameters with a resolution of  $\sim 10^{-3}$ . We support these conclusions by comparing the Lyapunov exponents, periodicity of the orbits, and phase portraits of the numerical and experimental data for a wide range of coupling strengths and maps parameters.

Scopus® WEB OF SCIENCE®

#### Approximate solution for frequency synchronization in a finite-size Kuramoto model (Completo, 2015)

CHENGWEI WANG , NICOLÁS RUBIDO , CELSO GREBOGI , MURILO S. BAPTISTA  
Physical Review E - Statistical Physics, Plasmas, Fluids and Related Interdisciplinary Topics, v.: 92 062808, p.:62808 - 62808, 2015

Palabras clave: Synchronization Kuramoto model

Areas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Matemática Aplicada / Sistemas Dinámicos

Medio de divulgación: Internet

ISSN: 1063651X

DOI: [10.1103/PhysRevE.92.062808](https://doi.org/10.1103/PhysRevE.92.062808)

Scientists have been considering the Kuramoto model to understand the mechanism behind the appearance of collective behavior, such as frequency synchronization (FS) as a paradigm, in real-world networks with a finite number of oscillators. A major current challenge is to obtain an analytical solution for the phase angles. Here, we provide an approximate analytical solution for this problem by deriving a master solution for the finite-size Kuramoto model, with arbitrary finite-variance distribution of the natural frequencies of the oscillators. The master solution embodies all particular solutions of the finite-size Kuramoto model for any frequency distribution and coupling strength larger than the critical one. Furthermore, we present a criterion to determine the stability of the FS solution. This allows one to analytically infer the relationship between the physical parameters and the stable behavior of networks.

#### The role of intermediaries in the synchronization of pulse-coupled oscillators (Completo, 2014)

RODRIGO GARCIA , NICOLÁS RUBIDO , ARTURO C. MARTÍ , CECILIA CABEZA  
European Physical Journal: Special Topics, v.: 223 p.:1 - 11, 2014

Palabras clave: Synchronization Pulse-coupling Oscillation death Intermittence

Areas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Materiales Condensados / Sincronización

Medio de divulgación: Papel

ISSN: 19516355

DOI: [10.1140/epjst/e2014-02295-6](https://doi.org/10.1140/epjst/e2014-02295-6)

The role of intermediaries in the synchronization of small groups of light controlled oscillators (LCO) is addressed. A single LCO is a two-time-scale phase oscillator. When pulse-coupling two LCOs, the synchronization time decreases monotonously as the coupling strength increases,

independent of the initial conditions and frequency detuning. In this work we study numerically the effects that a third LCO induces to the collective behavior of the system. We analyze the new system by dealing with directed heterogeneous couplings among the units. We report a novel and robust phenomenon, absent when coupling two LCOs, which consists of a discontinuous relationship between the synchronization time and coupling strength or initial conditions. The mechanism responsible for the appearance of such discontinuities is discussed.

Scopus® WEB OF SCIENCE™

#### Exact detection of direct links in networks of interacting dynamical units (Completo, 2014)

NICOLÁS RUBIDO , ARTURO C. MARTÍ , EZEQUIEL BIANCO-MARTINEZ , CELSO GREBOGI , MURILO S. BAPTISTA , CRISTINA MASOLLER

New Journal Of Physics, v.: 16 093010, p.:1 - 11, 2014

Palabras clave: Complex networks Coupled Maps Cross-Correlation Mutual Information Ordinal Analysis

Areas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Otras Ciencias Naturales / Otras Ciencias Naturales / Sistemas Complejos

Ciencias Naturales y Exactas / Otras Ciencias Naturales / Otras Ciencias Naturales / Analisis de datos

Medio de divulgación: Papel

ISSN: 13672630

DOI: [10.1088/1367-2630/16/9/093010](https://doi.org/10.1088/1367-2630/16/9/093010)

The inference of an underlying network topology from local observations of a complex system composed of interacting units is usually attempted by using statistical similarity measures, such as cross-correlation (CC) and mutual information (MI). The possible existence of a direct link between different units is, however, hindered within the time-series measurements. Here we show that, for the class of systems studied, when an abrupt change in the ordered set of CC or MI values exists, it is possible to infer, without errors, the underlying network topology from the time-series measurements, even in the presence of observational noise, non-identical units, and coupling heterogeneity. We find that a necessary condition for the discontinuity to occur is that the dynamics of the coupled units is partially coherent, i.e., neither complete disorder nor globally synchronous patterns are present. We critically compare the inference methods based on CC and MI, in terms of how effective, robust, and reliable they are, and conclude that, in general, MI outperforms CC in robustness and reliability. Our findings could be relevant for the construction and interpretation of functional networks, such as those constructed from brain or climate data. Version disponible en: arXiv:1403.4839v1 [physics.data-an] (2014)

Scopus® WEB OF SCIENCE™

#### Models for the modern power grid (Completo, 2014)

PEDRO H. J. NARDELLI , NICOLÁS RUBIDO , CHENGWEI WANG , MURILO S. BAPTISTA , CARLOS POMALAZA-RAEZ , PAULO CARDIERI , MATTI LATVA-AHO

European Physical Journal: Special Topics, v.: 10 p.:1 - 15, 2014

Palabras clave: Synchronization Power-grids Stability

Areas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Matemática Aplicada / Sistemas Dinamicos

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Materiales Condensados / Sincronizacion

ISSN: 19516355

DOI: [10.1140/epjst/e2014-02219-6](https://doi.org/10.1140/epjst/e2014-02219-6)

This article reviews different kinds of models for the electric power grid that can be used to understand the modern power system, the smart grid. From the physical network to abstract energy markets, we identify in the literature different aspects that co-determine the spatio-temporal multilayer dynamics of power system. We start our review by showing how the generation, transmission and distribution characteristics of the traditional power grids are already subject to complex behaviour appearing as a result of the the interplay between dynamics of the nodes and topology, namely synchronisation and cascade effects. When dealing with smart grids, the system complexity increases even more: on top of the physical network of power lines and controllable sources of electricity, the modernisation brings information networks, renewable intermittent generation, market liberalisation, prosumers, among other aspects. In this case, we forecast a dynamical co-evolution of the smart grid and other kind of networked systems that cannot be understood isolated. This review compiles recent results that model electric power grids as complex systems, going beyond pure technological aspects. From this perspective, we then indicate possible ways to incorporate the diverse co-evolving systems into the smart grid model using, for example, network theory and multiagent simulation.

Scopus® WEB OF SCIENCE™

#### Learning Physics in a Water Park (Completo, 2014)

CECILIA CABEZA , NICOLÁS RUBIDO , ARTURO C. MARTÍ

Physics Education, v.: 49 2 , p.:187 - 194, 2014

Palabras clave: Water Park Recreational Physics Fluids

Areas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Fluidos y Plasma /

Medio de divulgación: Internet

ISSN: 00319120

Entertaining and educational experiments that can be conducted in a water park, illustrating physics concepts, principles and fundamental laws, are described. These experiments are suitable for students ranging from senior secondary school to junior university level. Newtons laws of motion, Bernoullis equation, based on the conservation of energy, buoyancy, linear and non-linear wave propagation, turbulence, thermodynamics, optics and cosmology are among the topics that can be discussed. Commonly available devices like smartphones, digital cameras, laptop computers and tablets, can be used conveniently to enable accurate calculation and a greater degree of engagement on the part of students. Una version simplificada del articulo en espanol fue publicada en la revista de la APFU, Educacion en Fisica, Volumen 8, Serie 2, Julio 2012.

Scopus\*

#### **Resiliently evolving supply-demand networks (Completo, 2014)**

NICOLÁS RUBIDO , CELSO GREBOGI , MURILO S. BAPTISTA

Physical Review E - Statistical Physics, Plasmas, Fluids and Related Interdisciplinary Topics, v.: 89 012801, 2014

Palabras clave: Power-grid networks Resistor Networks Edge Capacity

Areas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Materiales Condensados / Redes complejas

Medio de divulgación: Internet

ISSN: 1063651X

DOI: [10.1103/PhysRevE.89.012801](https://doi.org/10.1103/PhysRevE.89.012801)

The ability to design a transport network such that commodities are brought from suppliers to consumers in a steady, optimal, and stable way is of great importance for distribution systems nowadays. In this work, by using the circuit laws of Kirchhoff and Ohm, we provide the exact capacities of the edges that an optimal supply-demand network should have to operate stably under perturbations, i.e., without overloading. The perturbations we consider are the evolution of the connecting topology, the decentralization of hub sources or sinks, and the intermittence of supplier and consumer characteristics. We analyze these conditions and the impact of our results, both on the current United Kingdom power-grid structure and on numerically generated evolving archetypal network topologies. Una version previa al preprint del articulo se encuentra en: arXiv:0792904 [physics.soc-ph] 3 Sep. 2013

#### **Structure and function in flow networks (Completo, 2013)**

NICOLÁS RUBIDO , CELSO GREBOGI , MURILO S. BAPTISTA

Europhysics Letters, v.: 101 p.:68001 - 68005, 2013

Palabras clave: Structures and organization in complex systems Mathematical procedures and computer techniques Networks and genealogical trees

Areas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Fluidos y Plasma / Statistical Mechanics

Medio de divulgación: Internet

ISSN: 02955075

DOI: [10.1209/0295-5075/101/68001](https://doi.org/10.1209/0295-5075/101/68001)

<http://iopscience.iop.org/0295-5075/101/6/68001>

This letter presents a unified approach for the fundamental relationship between structure and function in flow networks by solving analytically the voltages in a resistor network, transforming the network structure to an effective all-to-all topology, and then measuring the resultant flows. Moreover, it defines a way to study the structural resilience of the graph and to detect possible communities. El articulo tambien puede ser encontrado en: arXiv:0629611 [nlin.SI] 10 Jan. 2013

Scopus\* WEB OF SCIENCE\*

#### **Distinguishing signatures of determinism and stochasticity in spiking complex systems (Completo, 2013)**

ANDRES ARAGONESES , NICOLÁS RUBIDO , JORDI TIANA-ALSINA , M. C. TORRENT , JORDI GARCIA-OJALVO , CRISTINA MASOLLER

Scientific Reports, v.: 3 1778, p.:1 - 5, 2013

Palabras clave: NONLINEAR OPTICS SEMICONDUCTOR LASERS NONLINEAR PHENOMENA

Areas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de Partículas y Campos / Non-linear optics  
Medio de divulgación: Internet  
ISSN: 20452322

DOI: [10.1038/srep01778](https://doi.org/10.1038/srep01778)

We describe a method to infer signatures of determinism and stochasticity in the sequence of apparently random intensity dropouts emitted by a semiconductor laser with optical feedback. The method uses ordinal time-series analysis to classify experimental data of inter-dropout-intervals (IDIs) in two categories that display statistically significant different features. Despite the apparent randomness of the dropout events, one IDI category is consistent with waiting times in a resting state until noise triggers a dropout, and the other is consistent with dropouts occurring during the return to the resting state, which have a clear deterministic component. The method we describe can be a powerful tool for inferring signatures of determinism in the dynamics of complex systems in noisy environments, at an event-level description of their dynamics.

Scopus® WEB OF SCIENCE™

#### **Scaling Laws in the Transient Dynamics of Firefly-like Oscillators (Completo, 2011)**

NICOLÁS RUBIDO , CECILIA CABEZA , GONZALO MARCELO RAMÍREZ ÁVILA , ARTURO C. MARTÍ

Journal of Physics: Conference Series, v.: 285 1 012026, 2011

Palabras clave: optoelectronic devices

Areas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Materiales Condensados / Física no lineal

Medio de divulgación: Internet

Lugar de publicación: IOPSCIENCE

ISSN: 17426596

DOI: [10.1088/1742-6596/285/1/012026](https://doi.org/10.1088/1742-6596/285/1/012026)

<http://iopscience.iop.org/1742-6596/285/1/012026>

Abstract: Fireflies constitute a paradigm of pulse-coupled oscillators. In order to tackle the problems related to synchronisation transients of pulse-coupled oscillators, a Light-Controlled Oscillator (LCO) model is presented. A single LCO constitutes a one-dimensional relaxation oscillator described by two distinct time-scales meant to mimic fireflies in the sense that: it is capable of emitting light in a pulse-like fashion and detect the emitted by others in order to adjust its oscillation. We present dynamical results for two interacting LCOs in the torus for all possible coupling configurations. Transient times to the synchronous limit cycle are obtained experimentally and numerically as a function of initial conditions and coupling strengths. Scaling laws are found based on dimensional analysis and critical exponents calculated, thus, global dynamic is restricted. Furthermore, an analytical orthogonal transformation that allows to calculate Floquet multipliers directly from the time series is presented. As a consequence, local dynamics is also fully characterized. This transformation can be easily extended to a system with an arbitrary number of interacting LCOs.

#### **Language organization and temporal correlations in the spiking activity of an excitable laser: Experiments and model comparison (Completo, 2011)**

NICOLÁS RUBIDO , JORDI TIANA-ALSINA , M. C. TORRENT , JORDI GARCIA-OJALVO , CRISTINA MASOLLER

Physical Review E - Statistical Physics, Plasmas, Fluids and Related Interdisciplinary Topics, v.: 84 2 026202, 2011

Palabras clave: semiconductor laser dynamics

Areas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Materiales Condensados / Física no lineal

Medio de divulgación: Internet

Lugar de publicación: APS Physics

ISSN: 1063651X

DOI: [10.1103/PhysRevE.84.026202](https://doi.org/10.1103/PhysRevE.84.026202)

<http://pre.aps.org/abstract/PRE/v84/i2/e026202>

Abstract: We introduce a method, based on symbolic analysis, to characterize the temporal correlations of the spiking activity exhibited by excitable systems. The technique is applied to the experimentally observed dynamics of a semiconductor laser with optical feedback operating in the low-frequency fluctuations regime, where the laser intensity displays irregular trains of sudden dropouts that can be interpreted as excitable pulses. Symbolic analysis transforms the series of interdropout time intervals into sequences of words, which represent the local ordering of a certain (small) number of those intervals. We then focus on the transition probabilities between pairs of words, showing that certain transitions are overrepresented (resulting in others being underrepresented) with respect to the surrogate series, provided the laser injection current is

above a critical value. These experimental observations are in very good agreement with numerical simulations of the delay-differential Lang-Kobayashi model that is commonly used to describe this laser system, which supports the fact that the language organization reported here is generic and not a particular feature of the specific laser employed or the experimental time series analyzed. We also present results of simulations of the phenomenological nondelayed Eguia-Mindlin-Giudici(EMG) model and find that in this model the agreement between the experiments and the simulations is good at a qualitative, but not at a quantitative, level.

#### **Synchronization regions of two pulse-coupled electronic piecewise linear oscillators (Completo, 2011)**

NICOLÁS RUBIDO , CECILIA CABEZA , SANDRA KAHAN , G.M. RAMÍREZ AVILA , ARTURO C. MARTÍ

European Physical Journal D, v.: 62 1 , p.:51 - 56, 2011

Palabras clave: Sincronización Física no lineal

Areas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Materiales Condensados /

Medio de divulgación: Papel

ISSN: 14346060

DOI: [10.1140/epjd/e2010-00215-4](https://doi.org/10.1140/epjd/e2010-00215-4)

<http://www.springerlink.com/content/gvr210701221p366/>

Abstract: Stable synchronous states of different order were analytically, numerically and experimentally characterized in pulse-coupled light-controlled oscillators (LCOs). The Master-Slave (MS) configuration was studied in conditions where different time-scale parameters were tuned under varying coupling strength. Arnold tongues calculated analytically based on the piecewise two-time-scale model for LCOs and obtained numerically were consistent with experimental results. The analysis of the stability pattern and tongue shape for (1 : n) synchronization was based on the construction of return maps representing the Slave LCO evolution induced by the action of the Master LCO. The analysis of these maps showed that both tongue shape and stability pattern remained invariant. Considering the wide variation range of LCO parameters, the obtained results could have further applications on ethological models.

Scopus® WEB OF SCIENCE™

#### **Experimental results on synchronization times and stable states in locally coupled light-controlled oscillators (Completo, 2009)**

NICOLÁS RUBIDO , CECILIA CABEZA , ARTURO C. MARTÍ , GONZALO MARCELO RAMÍREZ ÁVILA

Philosophical Transaction of the Royal Society of London, v.: 367 p.:3267 - 3280, 2009

Palabras clave: Networks Synchronization times Local coupling

Areas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Fluidos y Plasma / Física No Lineal y Mecánica Estadística

Medio de divulgación: Internet

ISSN: 02610523

DOI: [10.1098/rsta.2009.0085](https://doi.org/10.1098/rsta.2009.0085)

<http://royalsocietypublishing.org/>

Publicada el 4 de Agosto del 2009

## **LIBROS**

#### **Energy Transmission and Synchronization in Complex Networks (2015)**

Libro publicado, Texto integral

NICOLÁS RUBIDO

Número de volúmenes: 1

Número de páginas: 117

Edición: 1, 2190-5053

Editorial: Springer International Publishing, Switzerland

Tipo de publicación: Investigación

DOI: [10.1007/978-3-319-22216-5](https://doi.org/10.1007/978-3-319-22216-5)

Referado

Palabras clave: sistemas complejos Sincronización Redes complejas Red Eléctrica de transmisión

Areas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Otras Ciencias Naturales / Otras Ciencias Naturales / Sistemas Complejos

Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Estadística y Probabilidad / Teoría de Grafos

Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Matemática Aplicada / Sistemas Dinamicos

Medio de divulgación: Papel  
ISSN/ISBN: 9783319222158  
<http://www.springer.com/us/book/9783319222158>

This work tackles the problems of understanding how energy is transmitted and distributed in power-grids as well as in determining how robust this transmission and distribution is when modifications to the grid or power occur. The most important outcome is the derivation of explicit relationships between the structure of the grid, the optimal transmission and distribution of energy, and the grids collective behavior (namely, the synchronous generation of power). These relationships are extremely relevant for the design of resilient power-grid models. To allow the reader to apply these results to other complex systems, the thesis includes a review of relevant aspects of network theory, spectral theory, and novel analytical calculations to predict the existence and stability of periodic collective behavior in complex networks of phase oscillators, which constitute a paradigmatic model for many complex systems.

## DOCUMENTOS DE TRABAJO

### Ondas: notas del curso de Ondas (2006)

Completo  
NICOLÁS RUBIDO  
Serie: 1, v: 1  
[eva.universidad.edu.uy](http://eva.universidad.edu.uy)  
Palabras clave: Ondas Oscilaciones Modos normales  
Areas de conocimiento:  
Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Materiales Condensados / Ondas  
Medio de divulgación: Internet  
<http://ondas.fisica.edu.uy/CursoOndas-Rubido.pdf>  
Notas complementarias del curso "Ondas", asignatura curricular del quinto semestre de la Licenciatura en Física de la Facultad de Ciencias. Estas notas están basadas en el curso dictado por el Dr. Ismael Nuñez (teórico) y el Dr. Marcelo Ponce (práctico).

## PUBLICACIÓN DE TRABAJOS PRESENTADOS EN EVENTOS

### Arnold tongues and Scaling laws in optically coupled electronic oscillators (2009)

Resumen  
NICOLÁS RUBIDO  
Evento: Internacional  
Descripción: XXXII Encontro Nacional de Física da Matéria Condensada  
Ciudad: Aguas de Lidoia, SP  
Año del evento: 2009  
Anales/Proceedings: Arnold tongues and Scaling laws in optically coupled electronic oscillators  
Areas de conocimiento:  
Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Materiales Condensados / Mecánica Estadística  
Medio de divulgación: Internet  
[http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/enfmc/xxxii/prog/lista\\_trabalho.asp?sesId=110](http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/enfmc/xxxii/prog/lista_trabalho.asp?sesId=110)  
Este trabajo constituyó un poster presentado en el XXXII Encuentro Nacional de Matéria Condensada de Brasil.

### Stability regions in two-layer stratified flows over obstacles of different shapes (2008)

Resumen  
NICOLÁS RUBIDO , Daniel Freire , CECILIA CABEZA , Gabriel Usera , Italo Bove , ARTURO C. MARTÍ , Gustavo Sarasúa  
Evento: Internacional  
Descripción: XI Reunión de la Sociedad Uruguaya de Física - 93 Reunión de la Asociación de Física Argentina  
Ciudad: Buenos Aires  
Año del evento: 2008  
Anales/Proceedings: 93° Reunión Nacional de la Asociación Física Argentina - XI Reunión de la Sociedad Uruguaya de Física  
Pagina inicial: 203  
Pagina final: 203  
Editorial: AFA  
Ciudad: Buenos Aires  
Palabras clave: Fluid instabilities

Áreas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Fluidos y Plasma /

Medio de divulgación: Internet

<http://afasuf2008.fisica.org.ar/contenido/libro>

El resumen forma parte del poster presentado en este Congreso

**Experimental results on synchronization times and stable states in globally coupled Light-Controlled Oscillators (LCO) (2008)**

Resumen

NICOLÁS RUBIDO , CECILIA CABEZA , ARTURO C. MARTÍ , Marcelo Ramirez Ávila

Evento: Internacional

Descripción: XVI Conference on Nonequilibrium Statistical Mechanics and Nonlinear Physics

Ciudad: Punta del Este

Año del evento: 2008

Anales/Proceedings: MEDYFINOL

Volumen: 1

Página inicial: 46

Página final: 46

Palabras clave: Complex networks Synchronization times

Áreas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Fluidos y Plasma / Sistemas Complejos

Medio de divulgación: Internet

<http://medyfinol08.fisica.edu.uy/book2008-8.pdf>

El resumen forma parte del poster presentado en la serie de conferencias sucedidas en el XVI Conference on Nonequilibrium Statistical Mechanics and Nonlinear Physics (MEDYFINOL).

**Comportamiento no lineal y caótico en las vibraciones de una cuerda (2007)**

Resumen

NICOLÁS RUBIDO , Luis Pedro García Pintos , Nicasio Barrere

Evento: Internacional

Descripción: X Reunión de la Sociedad Uruguaya de Física

Ciudad: Carmelo

Año del evento: 2007

Anales/Proceedings: Posters - Trabajos presentados

Fascículo: 1

Serie: 1

Página inicial: 7

Página final: 7

Editorial: SUF

Ciudad: Montevideo

Palabras clave: No lineal

Áreas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Óptica, Acústica / Física No lineal

Medio de divulgación: Otros

<http://suf.fisica.edu.uy/suf2007/>

El resumen publicado es parte del poster que se presentó en esa ocasión como parte de la Reunión de la Sociedad Uruguaya de Física.

## Producción técnica

### TRABAJOS TÉCNICOS

**Sistemas complejos: de las redes de potencia a las redes de neuronas (2016)**

Elaboración de proyecto

NICOLÁS RUBIDO , ARTURO C. MARTÍ , VICTORIA B. GRADIN , RODRIGO A. GARCÍA , FEDERICO ABELLÁ

País: Uruguay

Idioma: Español

Ciudad: Montevideo

Disponibilidad: Restringida

Número de páginas: 13

Duración: 24 meses

Institución financiadora: CSIC

Palabras clave: sistemas complejos Redes complejas Analisis de datos

Areas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Materiales Condensados / Redes complejas

Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Matemática Aplicada / Sistemas Dinamicos

Medio de divulgación: Otros

En los últimos años el estudio de las redes complejas cobró una importancia mayúscula. Si bien, los primeros antecedentes de las redes complejas se remontan a la época de L. Euler a finales del siglo XVIII, fue, gracias a los avances de la informática y a importantes saltos conceptuales dados en los últimos años del siglo XX cuando se produce una verdadera explosión. En efecto, muchos fenómenos muy dispares pueden ser abordados dentro del marco común de las redes complejas, en las que un conjunto de unidades o nodos interaccionan entre si conectados por enlaces o vértices. Este marco común ha permitido avanzar notablemente en áreas tan diversas como las redes sociales, la ecología, la bioquímica o la lingüística. En un comienzo se estudiaron redes estáticas donde los nodos de la red carecían de una dinámica propia. En esta línea se desarrollaron un conjunto de medidas y técnicas que permitió realizar diversas mediciones en las redes complejas. También se estudió cómo cambian esas medidas si se altera la red compleja. Esta línea fue muy productiva y estableció un conjunto de conocimientos firmemente asentados. Sin embargo, rápidamente, se pasó a estudiar redes dinámicas donde los nodos tienen una dinámica propia y también interactúan dinámicamente con sus vecinos [25-35]. En este proyecto nos enfocamos en la dinámica, más específicamente, en la estabilidad, robustez y sincronización de redes complejas de osciladores. Vamos a abordar también dos problemas paradigmáticos en sistemas complejos, los cuales presentan no solo interés académico sino también aplicado y práctico. El primer problema refiere a las redes de potencia o eléctricas y la segunda aplicación a considerar, a las redes neuronales o redes de neuronas.

**FSS\_X\_2016\_1\_125870 - Estudio de las bases neurales del trastorno depresivo mediante técnicas de electroencefalografía, neuroimagen, y conectividad cerebral (2016)**

Elaboración de proyecto

VICTORIA B. GRADÍN, ÁLVARO J. CABANA, NICOLÁS RUBIDO, ARTURO C. MARTÍ

Proyecto de investigación para el Fondo Sectorial de Salud

País: Uruguay

Idioma: Español

Ciudad: Montevideo

Disponibilidad: Restringida

Número de páginas: 40

Duración: 24 meses

Institución financiadora: ANII

Palabras clave: Conectividad cerebral Trastorno depresivo Electroencefalografía Neuroimagen

Redes neurales

Areas de conocimiento:

Ciencias Médicas y de la Salud / Medicina Básica / Neurociencias /

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Materiales Condensados / Redes complejas

Medio de divulgación: Otros

<http://www.anii.org.uy/upcms/files/llamados/informecierre/informe-cierre-convocatoria-fss-2016-ideas>

Los estudios de conectividad cerebral investigan cómo interactúan las distintas regiones cerebrales. Tradicionalmente, estos estudios han sido minoritarios en comparación a los estudios de segregación (donde se investiga en qué procesos se especializan las regiones cerebrales). Sin embargo, en los últimos años ha crecido el interés por los estudios de conectividad debido al posible aporte que estos puedan brindar para la comprensión del cerebro y sus patologías, como por ejemplo, en el caso de pacientes depresivos. Cuando se estudia la conectividad cerebral, cabe distinguir entre conectividad estructural o anatómica (las cuales refieren a la presencia de una proyección axonal que conecte dos regiones cerebrales); y conectividad funcional (la cual refiere a la correlación temporal entre la activación de regiones cerebrales distantes). En el presente estudio, nos enfocaremos en investigar conectividad funcional. Los análisis de conectividad funcional pueden realizarse en base a datos adquiridos con fMRI, donde se registra la activación cerebral.

**Proyecto ANII (AC-P-2015-1-14407): "Social Learning analytics" aplicada a las comunidades médicas latinoamericanas (2015)**

Consultoría

NICOLÁS RUBIDO

Proveer a la empresa EviMed con asesorías sobre análisis de redes sociales y desarrollo de software



País: Uruguay  
Idioma: Español  
Ciudad: Montevideo  
Disponibilidad: Irrestriccta

Número de páginas: 2  
Duración: 6 meses  
Institución financiadora: Empresa EviMed  
Palabras clave: Redes complejas  
Areas de conocimiento:  
Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Estadística y Probabilidad / Redes Complejas  
Medio de divulgación: Otros

EviMed ([www.evimed.net](http://www.evimed.net)) es una Empresa creada en 2004 en Uruguay y líder en América Latina, dedicada a la educación médica continua con impacto en la práctica clínica. En los últimos años ha desarrollado diversos proyectos educativos en español y portugués para toda la región latinoamericana, en conjunto con instituciones internacionales, tales como la American Society for Microbiology, la World Gastroenterology Organization, la Sociedad Latinoamericana de Nefrología e Hipertensión o la Asociación Latinoamericana de Diabetes. En el momento actual, en el mundo se combinan una serie de nuevas tecnologías que están produciendo una innovación radical en la educación continua. La gestión de grandes conglomerados de personas, multiplicada por el número de participaciones de esas personas en espacios virtuales de aprendizaje, genera datos que sólo puede ser atacada con herramientas de Big Data. A eso, se le suma el entendimiento de la naturaleza de la interacción online, que se puede abordar con herramientas de Discourse Analysis y la interpretación de lenguaje natural y los fenómenos de interacción en la red, con herramientas de Social Network Analysis. Este proyecto apunta al desarrollo de una metodología y un producto tecnológico para el análisis de la estructura de las comunidades profesionales de alcance continental con las que EviMed trabaja, y su relación con el aprendizaje de los médicos, utilizando las teorías y metodologías mencionadas en el párrafo anterior, englobadas en el concepto de Social Network Analytics. A partir de este proyecto, se apunta a: 1. Entender las redes: Definición de métricas e indicadores relevantes y las fuentes de información y procesos para conseguirlos. 2. Crear el software: Implementación de herramienta para la sistematización del análisis de la información. 3. Comercializar el nuevo producto.

#### **Análisis de estabilidad estructural y transitoria de la red eléctrica nacional (2015)**

Elaboración de proyecto  
NICOLÁS RUBIDO , ARTURO C. MARTÍ  
Proyecto de Investigación Fondo Sectorial de Energía - 2015  
País: Uruguay  
Idioma: Español  
Ciudad: Montevideo  
Número de páginas: 39  
Duración: 24 meses  
Palabras clave: Redes complejas Red eléctrica Generadores de potencia Estabilidad transitoria Estabilidad dinámica Estabilidad estructural  
Areas de conocimiento:  
Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Materiales Condensados / Mecánica Estadística y Física No-lineal  
Medio de divulgación: Otros  
Las redes eléctricas modernas son sistemas extremadamente complejos debido a la diversidad de los elementos que las componen y de las fluctuaciones, difíciles de predecir, tanto en la dinámica de las unidades como en las interacciones entre las mismas. Esta complejidad da lugar a la emergencia de nuevos comportamientos colectivos que van más allá de la dinámica individual de las unidades. Entre ellos mencionamos las fallas en cascada, donde una desperfecto localizado se difunde rápidamente afectando toda la red, provocando eventualmente efectos devastadores y pérdidas millonarias. Dos ejemplos paradigmáticos fueron los apagones generales reportados en la red del Noroeste de Estados Unidos en 2003 que mantuvieron el sistema inoperante por 4 días causando un sin número de problemas y el de la red China en 2008 que afectó decenas de millones de personas. Estos desperfectos escapan al control actual que los análisis clásicos de estabilidad estructural, dinámica y transitoria de la red eléctrica permiten predecir. Sin embargo, el nuevo enfoque que las técnicas desarrolladas para sistemas complejos introduce, ha permitido recientemente a la comunidad científica obtener predicciones sobre el comportamiento de las redes eléctricas y mejorar su control. Este proyecto se enfoca en realizar los análisis de estabilidad estructural y transitoria de la red eléctrica de transmisión nacional por medio de las técnicas desarrolladas para sistemas complejos. En particular, se busca obtener la comprensión, predicción y prevención de los posibles comportamientos disruptivos que la red eléctrica podría sufrir en un futuro debido al constante incremento en su complejidad (por ejemplo, debido al incremento en la demanda o la inclusión de mayor número de fuentes de energía renovable). Es decir, el proyecto busca aportar resultados prácticos que complementen la planificación del desarrollo de la red

eléctrica nacional y permitan cuantificar y evitar sus posibles fallas.

## Otras Producciones

### DESARROLLO DE MATERIAL DIDÁCTICO O DE INSTRUCCIÓN

#### Notas de Ondas (2005)

NICOLÁS RUBIDO

País: Uruguay

Idioma: Español

Medio divulgación: Internet

Web: <http://ondas.fisica.edu.uy/CursoOndas-Rubido.pdf>

Notas que desarrollan la temática del curso teórico de Ondas de la Licenciatura en Física de la Facultad de Ciencias

Palabras clave: Mecánica Ondulatoria Oscilaciones

Areas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Ciencias Físicas / Mecánica Ondulatoria

#### Notas de Electromagnetismo (2005)

NICOLÁS RUBIDO

País: Uruguay

Idioma: Español

Medio divulgación: Internet

Web: <https://sites.google.com/site/nicolasrubido/home/publications/teaching-material>

Notas que desarrollan la temática de electrostática del curso teórico de la Licenciatura en Física de la Facultad de Ciencias

Palabras clave: Electroestática Campos Eléctricos Potencial eléctrico

Areas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Ciencias Físicas / Electromagnetismo

#### Notas de Termodinámica (2005)

NICOLÁS RUBIDO

País: Uruguay

Idioma: Español

Medio divulgación: Internet

Web: <https://sites.google.com/site/nicolasrubido/home/publications/teaching-material>

Notas que desarrollan la mayoría de los temas del curso teórico de Termodinámica de la Licenciatura en Física de la Facultad de Ciencias

Palabras clave: Termodinámica

Areas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Ciencias Físicas / Termodinámica

### ORGANIZACIÓN DE EVENTOS

#### V Dynamic Days Latin America and the Caribbean (DDays LAC 2018) (2018)

NICOLÁS RUBIDO , ARTURO C. MARTÍ

Congreso

Sub Tipo: Organización

Lugar: Uruguay ,Uruguay Punta del Este

Idioma: Inglés

Medio divulgación: Internet

Web: [ddayslac2018.org](http://ddayslac2018.org)

Duración: 1 semanas

Evento itinerante: SI

Institución Promotora/Financiadora: Universidad de la República

Palabras clave: sistemas complejos Sistemas dinamicos Redes complejas

Areas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Matemática Aplicada / Sistemas Dinamicos

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Materiales Condensados / Sistemas Complejos

Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Estadística y Probabilidad / Teoría de Grafos

Información adicional: The principal aim of our conference is to bring together physicists, applied mathematicians, computational scientists, and scientists from other fields such as Chemistry, Biology, and the Medical Sciences, whose field of expertise is nonlinear dynamics or a closely related discipline, in order to promote cross-fertilization of ideas from different application areas. We hope that this event will provide an excellent opportunity for initiating collaborations and for exchange of ideas. Contributions are invited on experimental, computational, applied, and theoretical research in all areas related to non-linear dynamics, including (but not limited to), chaos, control theory, non-equilibrium statistical physics, complex networks and systems, computational methods, fluid dynamics, granular materials, neural dynamics, non-linear waves, pattern formation, quantum chaos, stochastic processes, and systems biology.

#### **1st Latin American Conference on Complex Networks (LANET2017) (2017)**

JAVIER M. BULDÚ , ANTONIO MÉNDEZ-BERMÚDEZ , RICARDO SEVILLA-ESCOBOZA , JESÚS GÓMEZ GARDEÑES , JOHANN MARTÍNEZ-HUARTOS , NICOLÁS RUBIDO

Congreso

Sub Tipo: Organización

Lugar: México ,México Puebla

Idioma: Inglés

Medio divulgación: Internet

Web: <http://www.lanetconference.org/>

Duración: 1 semanas

Evento itinerante: SI

Institución Promotora/Financiadora: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)

Palabras clave: sistemas complejos Sistemas dinámicos Redes complejas

Áreas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Estadística y Probabilidad / Teoría de Grafos

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Materiales Condensados / Sistemas Complejos

Información adicional: The rapid growth of the field of Network Science in the last two decades has manifested in the form of schools, workshops, and conferences in Latin America. Hence, the creation of LANET as a stable and periodic forum devoted to Network Science will further spur the formation of research groups interested in the field and help to establish it as a discipline across Latin American Universities and Research Institutions. The first edition will be organized by the Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (Puebla, México) and it will be from the 25th to the 29th of September in 2017.

## **Evaluaciones**

### **EVALUACIÓN DE PROYECTOS**

#### **EVALUACIÓN INDEPENDIENTE DE PROYECTOS**

##### **Engineering and Physical Sciences Research Council (EPSRC) First Grant ( 2017 )**

Gran Bretaña

University of Essex

Cantidad: Menos de 5

### **EVALUACIÓN DE PUBLICACIONES**

#### **REVISIONES**

##### **Fluctuation and Noise Letters ( 2018 )**

Tipo de publicación: Revista

Cantidad: Menos de 5

Revisión del artículo: FNL-D-17-00074 Reporte: 24/1/2018 Estado: bajo consideración

##### **Applied Network Science ( 2018 )**

Tipo de publicación: Revista

Cantidad: Menos de 5

Revisión del artículo: APNS-D-18-00020 Reporte: 12/4/2018 Estado: bajo consideración

##### **European Physics Journal: Special Topics ( 2017 )**

Tipo de publicación: Revista

Cantidad: Menos de 5  
Revisión del artículo epjst171090 Reporte: 8/11/2017 Estado: aceptado

**Springer ( 2017 )**

Tipo de publicación: Libros  
Cantidad: Menos de 5  
Revisión de capítulo correspondiente a la serie Springer: ?Understanding Complex Systems?  
Entrega de reporte: 6/11/2017 Revisión de capítulo correspondiente a la serie Springer: ?Towards mathematics, computers and environment: a disasters perspective? Entrega de reporte: 2/02/2018

**Nonlinear Dynamics ( 2017 )**

Tipo de publicación: Revista  
Cantidad: Menos de 5  
Revisión de artículo Reportes: 11/08/2017 Estado: bajo consideración

**Nonlinear Analysis: Modelling and Control ( 2017 )**

Tipo de publicación: Revista  
Cantidad: Menos de 5  
Revisión de artículo Reportes: 02/10/2017 Estado: bajo consideración Revisión de artículo Reportes: 06/06/2017 y 11/09/2017 Estado: bajo consideración

**Frontiers in Physics ( 2017 )**

Tipo de publicación: Revista  
Cantidad: Menos de 5  
Revisión de artículo Reportes: 18/08/2017 Estado: bajo consideración

**Physics Letters A ( 2016 )**

Tipo de publicación: Revista  
Cantidad: Menos de 5  
Evaluación de artículo Reportes: 21/07/2016 Estado: rechazado

**Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulations ( 2016 )**

Tipo de publicación: Revista  
Cantidad: Menos de 5  
Revisión de artículo Reportes: 05/10/2016 Estado: rechazado. Revisión de artículo Reportes: 02/05/2016 y 19/06/2016 Estado: aceptado.

**Chaos: An Interdisciplinary Journal of Nonlinear Science ( 2016 )**

Tipo de publicación: Revista  
Cantidad: Menos de 5  
Revisión de artículo Reportes: 22/08/2016 Estado: bajo consideración

**Physical Review E ( 2015 )**

Tipo de publicación: Revista  
Cantidad: De 5 a 20  
Revisión de artículo Reportes: 16/03/2018 Estado: bajo consideración Revisión de artículo Reportes: 9/11/2017 Estado: bajo consideración Revisión de artículo Reportes: 20/09/2017 Estado: bajo consideración Revisión de artículo Reportes: 26/07/2017 Estado: bajo consideración Revisión de artículo Reportes: 13/12/2016 Estado: publicado Revisión de artículo Reportes: 03/04/2016 Estado: publicado Revisión de artículo Reportes: 16/03/2015 Estado: publicado

**Europhysics Letters ( 2015 )**

Tipo de publicación: Revista  
Cantidad: Menos de 5  
Revisión de artículo Reportes: 20/07/2015 Estado: publicado

**European Journal of Physics ( 2014 )**

Tipo de publicación: Revista  
Cantidad: Menos de 5

Revisión de artículo Reportes: 29/09/2014 Estado: rechazado

#### **Physical Review Letters ( 2014 )**

Tipo de publicación: Revista

Cantidad: De 5 a 20

Revisión de artículo Reportes: 04/08/2016 Estado: Aceptado Revisión de artículo Reportes: 30/10/2015 y 06/01/2016 Estado: Rechazado Revisión de artículo Reportes: 19/03/2015 Estado: Rechazado Revisión de artículo Reportes: 05/06/2014 y 28/07/2014 Estado: Publicado Revisión de artículo Reportes: 25/10/2013 y 18/03/2014 Estado: Publicado

#### **IEEE Journal of Quantum Electronics ( 2014 )**

Tipo de publicación: Revista

Cantidad: Menos de 5

Revisión de artículo Reportes: 16/05/2014 Estado: publicado

#### **PLOS ONE (Public Library of Science) ( 2014 )**

Tipo de publicación: Revista

Cantidad: Menos de 5

Revisión de Artículo Reportes: 31/10/2016 Estado: bajo consideración Revisión de Artículo Reportes: 03/10/2016 Estado: rechazado Revisión de Artículo Reportes: 08/05/2015 y 10/09/2015 Estado: publicado Revisión de Artículo Reportes: 26/05/2014 Estado: publicado

### **EVALUACIÓN DE EVENTOS Y CONGRESOS**

#### **Dynamics Days Latin America and the Caribbean 2018 ( 2018 )**

Comité programa congreso

Uruguay

Arbitrado

Universidad de la República

Web conferencia: [ddayslac2018.org](http://ddayslac2018.org) Web de información sobre los DDays a nivel mundial: [www.dynamicsdays.info](http://www.dynamicsdays.info)

#### **Latin American Conference on Complex Networks ( 2017 )**

Comité programa congreso

México

Arbitrado

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

### **EVALUACIÓN DE CONVOCATORIAS CONCURSABLES**

#### **Llamado N°003/18 a aspirantes para la provisión interina de un cargo de Asistente del Instituto de Física perfil Ciencias de la Amósfera ( 2018 / 2018 )**

Comité evaluador

Uruguay

Cantidad: Menos de 5

UdelaR

Gr. 2 30hs, IFFC (N° 22016) Exp. 240200-001492-17 (26/02/2018)

#### **Llamado N°003/2017 a aspirantes para la provisión interina de un cargo de Ayudante del Instituto de Física ( 2017 / 2017 )**

Comité evaluador

Uruguay

Cantidad: Menos de 5

Universidad de la República

Gr. 1 20hs, IFFC (N° 21011) Exp. 240200-000059-17 (06/03/2017)

#### **Llamado N°029/2017 a aspirantes para la provisión interina de un cargo de Ayudante por proyecto CSIC I+D CIBPsi ( 2017 / 2017 )**

Comité evaluador

Uruguay

Cantidad: Menos de 5  
Universidad de la República, CSIC I+D  
Gr. 1 20hs, CIBPsi (N° 769/17) Exp. 191120-000341-17 (12/06/2017)

**Llamado N°053/2017 a aspirantes para la provisión interina de un cargo de Asistente del Instituto de Física perfil Ciencias de la Atmósfera ( 2017 / 2017 )**

Comité evaluador  
Uruguay  
Cantidad: Menos de 5  
Universidad de la República  
Gr. 2 30hs, IFFC (N° 22017) Exp. 240200-000286-17 (26/06/2017)

**Llamado N°075/2017 a aspirantes para la provisión interina de 3 cargos de Ayudante del Instituto de Física ( 2017 / 2017 )**

Comité evaluador  
Uruguay  
Cantidad: Menos de 5  
Universidad de la República  
Gr. 1 20hs, IFFC (N° 21012, 21013 y 21015) Exp. 240200-000411-17 (03/07/2017)

**Llamado N°078/2017 a aspirantes para la provisión interina de un cargo de Asistente del Instituto de Física perfil Física Médica ( 2017 / 2017 )**

Comité evaluador  
Uruguay  
Cantidad: Menos de 5  
Universidad de la República  
Gr. 2 30hs, IFFC (N° 22010) Exp. 240200-000462-17 (03/07/2017)

## **JURADO DE TESIS**

### **Doctorado en Física, PEDECIBA ( 2017 )**

Jurado de mesa de evaluación de tesis  
Sector Educación Superior/Público / Universidad de la República / Facultad de Ciencias - UDeLaR, Uruguay  
Nivel de formación: Doctorado  
Tesis de: Verónica Martín Gómez Título: "A complex networks perspective of the past and future coupling between the tropical oceans and precipitation over Southeastern South America".  
Orientada por: Prof. Dr. Marcelo Barreiro Fecha de defensa: 20 FEB 2017 Estado: Aprobada con Mención  
Tesis de: Fernando Arismendi Título: "Exploring teleconnections and climate dynamics by means of complex networks".  
Orientada por: Prof. Dr. Marcelo Barreiro y Prof. Dr. Arturo C. Martí  
Fecha de defensa: 14 MAY 2018 Estado: Bajo evaluación

### **Maestría en Física, PEDECIBA ( 2017 )**

Jurado de mesa de evaluación de tesis  
Sector Educación Superior/Público / Universidad de la República / Facultad de Ciencias - UDeLaR, Uruguay  
Nivel de formación: Maestría  
Defensa: 5 de Mayo, 2017 Tutor: Raúl Donangelo, Co-tutor: Alejandro Romanelli Estudiante: Lic. Nicolás Díaz Tesis: Equilibrio termodinámico del caminante cuántico unidimensional Aprobada con Mención

## **Formación de RRHH**

### **TUTORÍAS CONCLUIDAS**

#### **POSGRADO**

##### **Mathematical Principles behind the Transmission of Energy and Synchronisation in Complex Networks (2014)**

Tesis de doctorado  
Sector Extranjero/Internacional/Otros / University of Aberdeen , Escocia  
Programa: Doctor of Philosophy  
Nombre del orientado: Nicolás Rubido  
País/Idioma: Escocia, Inglés

Palabras Clave: Phase oscillators Synchronisation Energy Transmission Flow Networks Power Networks Swing Equations

Areas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Materiales Condensados / Sincronización

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Materiales Condensados / Sistemas Complejos

Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Matemática Aplicada / Teoría de Grafos

### **Sincronización de osciladores electrónicos acoplados (2010)**

Tesis de maestría

Sector Educación Superior/Público / Universidad de la República / Facultad de Ciencias - UDeLaR, Uruguay

Programa: Maestría en Física (UDELaR-PEDECIBA)

Nombre del orientado: Nicolás Rubido

Medio de divulgación: Otros

País/Idioma: Uruguay, Español

Palabras Clave: Sincronización osciladores de relajación configuraciones de acoplamiento

Areas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Materiales Condensados / Física no lineal

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Materiales Condensados / Mecánica Estadística

Esta tesis, constituye un aporte en la investigación de un fenómeno casi omnipresente en la naturaleza que se encuentra en el seno de la teoría de sistemas dinámicos acoplados: la sincronización. Considera el caso de un modelo electrónico de oscilador tipo luciérnaga que puede interactuar lumínicamente, Light-Controlled Oscillator (LCO), y que presenta un flujo unidimensional, periódico y continuo, aunque analítico a trazos. El fenómeno del comportamiento sincrónico colectivo de ciertas luciérnagas es muy conocido y es la inspiración para la creación del LCO. El problema es sumamente complejo, por lo que este trabajo se restringe al estudio de la dinámica libre y acoplada de un oscilador que es en cierta forma similar: es capaz de emitir luz en forma pulsátil y detectar la emitida por otros LCO para ajustar su oscilación. En la línea de osciladores que modelan sistemas biológicos, el LCO posee varias ventajas. Primero, su diseño electrónico posee una implementación muy sencilla. Segundo, las características del flujo a trazos hacen que el LCO constituya un oscilador no lineal aunque con una tratabilidad matemática superior a otros modelos cuyo flujo es discontinuo. Finalmente, dado que es posible variar sus parámetros (escalas de tiempo características e intensidades lumínicas) en forma simple, el modelo presenta una infinidad de comportamientos dinámicos. Se observa que la dinámica acoplada presenta soluciones que van desde la sincronización a la muerte en la oscilación del LCO. El diseño experimental permite la extracción de datos con relativa facilidad y gran precisión, además de permitir cambios en los parámetros en todo momento. Por lo que la contrastación de los resultados experimentales con los cálculos que se obtienen del análisis teórico y numérico es directa. Debido a las características del flujo, se presenta una solución a trazos para la dinámica acoplada de un sistema de LCOs, con un número arbitrario de ellos interactuando. Lo que permite generar simulaciones numéricas que no necesitan operar sobre esquemas iterativos resultantes de aproximaciones en las derivadas. De esta forma, la investigación numérica se realiza con gran exactitud. Se presentan resultados exhaustivos para dos y tres LCOs acoplados sobre los transitorios hacia la sincronización, regímenes de sincronía de orden arbitrario, estabilidad de las soluciones estacionarias, puntos fijos y periodicidad de las órbitas en distintas configuraciones de las interacciones y mapas de retorno en base a las mismas. El estudio se realiza en función de la dependencia de las soluciones estacionarias y transitorias con las condiciones iniciales, forma e intensidad del acople, y escalas de tiempo características. En particular, se observa que los transitorios poseen un comportamiento auto-similar en función de la intensidad del acoplamiento y por lo tanto se exhiben leyes de escala. Finalmente, gracias a la gran concordancia entre los resultados experimentales, numéricos y teóricos del problema, se concluye que el análisis de un mayor número de LCOs interactuando puede realizarse numéricamente.

### **GRADO**

#### **Criticalidad en la dinámica del cerebro (2017)**

Tesis/Monografía de grado

Sector Educación Superior/Público / Universidad de la República / Facultad de Ciencias - UDeLaR, Uruguay

Programa: Licenciatura en Física opción Física

Tipo de orientación: Tutor único o principal

Nombre del orientado: Felipe Figueroa

Medio de divulgación: Otros

País/Idioma: Uruguay, Inglés

Palabras Clave: sistemas complejos Fenomenos criticos Auto-organizacion

Areas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Materiales Condensados / Sistemas Complejas

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Materiales Condensados / Mecánica Estadística fuera del equilibrio

## **OTRAS**

### **Relacionamiento entre Comportamiento y Estructura en Sistemas Complejos (2016)**

Iniciación a la investigación

Sector Educación Superior/Público / Universidad de la República / Facultad de Ciencias - UDeLaR , Uruguay

Tipo de orientación: Tutor único o principal

Nombre del orientado: Rodrigo García

Medio de divulgación: Otros

País/Idioma: Uruguay, Español

Palabras Clave: sistemas complejos Sistemas dinamicos Fenomenos criticos Red Complejas

Areas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Materiales Condensados / Sistemas Complejos

Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Estadística y Probabilidad / Teoría de Grafos

Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Matemática Aplicada / Sistemas Dinamicos

Proyecto de Iniciación a la Investigación de C.S.I.C, convocatoria 2015, para realizarse dentro del grupo Mecánica Estadística y Física No Lineal (MEFNL), ID 722. Los Sistemas Complejos pueden considerarse como un caso particular de sistema no lineal que involucra la interacción entre muchos subsistemas, los cuales a su vez pueden ser de carácter no lineal o interactuar no linealmente. La comprensión de estos sistemas resulta de gran interés en la actualidad dado que modelan muchos sistemas naturales, como las redes neuronales o las interacciones sociales, y sistemas tecnológicos, como las redes eléctricas o de información. Por lo tanto, el estudio de los Sistemas Complejos es de enfoque naturalmente interdisciplinar. En el grupo se considera que la formación de investigadores con tal enfoque es de gran relevancia para la proyección del grupo tanto a nivel nacional como internacional. Consecuentemente, la propuesta del Lic. Rodrigo A. García es fundamental para la extensión de la línea de investigación de Redes Complejas en la línea más genérica e interdisciplinar de Sistemas Complejos.

### **Emergencia de sincronía y caos en la dinámica de osciladores de fase acoplados (2016)**

Iniciación a la investigación

Sector Educación Superior/Público / Universidad de la República / Facultad de Ciencias - UDeLaR , Uruguay

Tipo de orientación: Tutor único o principal

Nombre del orientado: Felipe Figueroa

Medio de divulgación: Otros

País/Idioma: Uruguay, Español

Palabras Clave: sistemas complejos Sincronización Osciladores acoplados

Areas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Estadística y Probabilidad / Redes Complejas

Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Matemática Aplicada / Sistemas Dinamicos

Resumen: En este proyecto de iniciación a la investigación nos centraremos en un sistema complejo particular: los sistemas de osciladores de fase acoplados. Estos osciladores corresponden con sistemas cuya dinámica aislada se determina completamente a partir de cómo evoluciona una fase, es decir, la evolución temporal se determina únicamente a partir de una variable angular. Un ejemplo de este tipo de osciladores es el modelo de Kuramoto-Sakaguchi, que ha sido utilizado para modelar el comportamiento colectivo de uniones de Josephson (dispositivo semi-conductor), neuronas en el cerebro humano, y hasta ciclos circadianos en sistemas biológicos. A pesar de ser un modelo sencillo de sistema complejo, se encuentra que dicho sistema posee comportamientos síncronos y caóticos dependiendo de diferentes valores de parámetros y acoplamientos. Objetivo: El primer objetivo será el introducir sistemas donde se viola el principio de superposición, en particular, modelos de osciladores de fase acoplados. Como segundo objetivo se buscará introducir las técnicas numéricas para el modelado de osciladores de fase acoplados. Finalmente, se caracterizará la dinámica colectiva como síncrona y/o caótica a partir de indicadores conocidos mediante el análisis de las simulaciones numéricas de los modelos.

### **Brain functional connectivity estimation for controls and depressed subjects, and assessment of their differences (2016)**



Otras tutorías/orientaciones  
Sector Educación Superior/Público / Universidad de la República / Facultad de Ciencias - UDeLaR, Uruguay  
Tipo de orientación: Cotutor en pie de igualdad  
Nombre del orientado: Joep J. W. Kamps  
Medio de divulgación: Otros  
País/Idioma: Uruguay, Español  
Palabras Clave: Redes complejas Trastorno depresivo Neuroimagen Redes neurales  
Áreas de conocimiento:  
Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Biológicas / Biofísica / Redes Neuronales  
Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Materiales Condensados / Sistemas Complejos  
Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Estadística y Probabilidad / Redes Complejas  
El proyecto de investigación de 4 meses (Diciembre, 2016, a Marzo, 2017) del Bioingeniero Joep Kamps, se centrará en el análisis de imagenología de fMRI para sujetos sanos (controles) y sujetos diagnosticados con depresión (pacientes no tratados). El objetivo es la determinación de técnicas que permitan discernir los efectos de la depresión por medio del análisis de la conectividad funcional del cerebro.

## TUTORÍAS EN MARCHA

### POSGRADO

#### **Predicción sub-estacional de transiciones abruptas de lluvia y secas (2017)**

Tesis de doctorado  
Sector Educación Superior/Público / Universidad de la República / Facultad de Ciencias - UDeLaR, Uruguay  
Programa: Doctorado en Física (UDELAR-PEDECIBA)  
Tipo de orientación: Tutor único o principal  
Nombre del orientado: Nicolás Díaz  
Medio de divulgación: Otros  
País/Idioma: Uruguay, Español  
Palabras Clave: Redes complejas Analisis de datos Cambio Climático Predicción de secas y lluvias Sistemas Dinámicos  
Áreas de conocimiento:  
Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias de la Tierra y relacionadas con el Medio Ambiente / Investigación Climatológica  
Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias de la Tierra y relacionadas con el Medio Ambiente / Geociencias multidisciplinaria / Modelado de escalas sub-estacionales  
A escalas de tiempo estacionales, la ocurrencia de secas severas destruye grandes regiones de cultivo y pastura, lo cual puede afectar significativamente la economía nacional. Similarmente, la ocurrencia de períodos de seca y de lluvia intensos pero de corta duración, es decir, a escala sub-estacional, puede influir fuertemente los resultados finales del cultivo y las pasturas. Consecuentemente, el desarrollo de alertas tempranas y la predicción de eventos catastróficos en estas escalas temporales son de extrema relevancia a la hora de desarrollar políticas socio-económicas paliativas y de prevención. Al momento, no existen indicadores de transiciones seca-lluvia en estas escalas, y el desarrollo de alertas tempranas aún es incipiente en otras áreas de investigación, e.g., para alertar ataques de epilepsia o el colapso de mercados financieros. En esta tesis se pretende afrontar el desafío de desarrollar herramientas para alertas tempranas y predicción de períodos de lluvia y de seca a escala sub-estacional en base a los datos que se poseen de lluvias en la región. Asimismo, se pretenden entender los mecanismos físicos responsables de tales transiciones y su predictibilidad.

#### **Bifurcaciones en la dinámica acoplada de mapas logísticos (2016)**

Tesis de maestría  
Sector Educación Superior/Público / Universidad de la República / Facultad de Ciencias - UDeLaR, Uruguay  
Programa: Maestría en Física (UDELAR-PEDECIBA)  
Tipo de orientación: Cotutor en pie de igualdad  
Nombre del orientado: Caracé Gutiérrez  
Medio de divulgación: Otros  
País/Idioma: Uruguay, Español  
Palabras Clave: Sistemas dinámicos Redes complejas  
Áreas de conocimiento:  
Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Materiales Condensados / Mecánica Estadística  
Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Materiales Condensados / Física no

lineal

Un mapa logístico (ML) es un modelo dinámico simple que permite explicar la evolución de una población a partir de la población presente. May (Nature, 1976) mostró que aún con este modelo demográfico simple, se pueden obtener comportamientos evolutivos extremadamente complejos e incluso una pérdida en la predictibilidad. Específicamente, a medida que el parámetro de control se incrementa (la razón de crecimiento de la población con respecto a la capacidad del medio) su comportamiento presenta una serie de bifurcaciones (sucesión de cambios cualitativos en la dinámica) hasta finalmente llegar al caos. Pero el ML no sólo se ha utilizado para explicar las complejas evoluciones demográficas, sino también para cifrar señales para canales de comunicación segura o como generadores de números aleatorios. Más aún, recientemente se ha mostrado su utilidad ecológica para el modelado de redes tróficas, permitiendo a ecólogos estudiar la influencia de la diversidad y la heterogeneidad espacial en poblaciones que compiten por recursos. Sin embargo, el grado de influencia de estas variables en la dinámica colectiva no se ha resuelto en forma completa, tanto para redes tróficas como para otros sistemas. Es en este marco general que se centra este proyecto de maestría. Se busca estudiar, por medio de un montaje experimental diseñado en base a circuitos, qué es lo que sucede cuando se acoplan varios ML y cómo el crecimiento/decrecimiento de una población afecta al crecimiento/decrecimiento de otra población. Específicamente, se estudiarán detalladamente las bifurcaciones que se dan cuando varios ML se acoplan formando una red de sistemas que compiten, intentando descifrar cuál es la influencia de la heterogeneidad entre mapas (diversidad) y la conectividad de la red (heterogeneidad espacial) en estos comportamientos.

#### **Detección de Comunidades en Redes Complejas (2015)**

Tesis de maestría

Sector Educación Superior/Público / Universidad de la República / Facultad de Ciencias - UDeLaR, Uruguay

Programa: Maestría en Física (UDELAR-PEDECIBA)

Tipo de orientación: Tutor único o principal

Nombre del orientado: Federico Abellá

Medio de divulgación: Otros

País/Idioma: Uruguay, Español

Palabras Clave: sistemas complejos Redes complejas Mecanica Estadistica

Areas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Materiales Condensados / Sistemas Complejos

Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Estadística y Probabilidad / Teoría de Grafos

Una enorme cantidad de sistemas complejos reales pueden ser representados como redes complejas. Por ejemplo, los sistemas neuronales, las redes de distribución eléctrica, las redes sociales o incluso la Internet. Una red compleja consiste en un conjunto de nodos, que representan a las unidades que componen el sistema complejo, conectados mediante enlaces, que representan las interacciones entre las unidades del mismo. La posibilidad de abstraer un sistema complejo a una red es su mayor fortaleza: la universalidad. Es decir, se logra representar sistemas con dinámicas muy diversas por redes estadísticamente similares. Debido al gran número de unidades que pueden componer un sistema complejo, es sencillo ver que las redes complejas pueden ser extremadamente difíciles de tratar. En particular, la dificultad de trabajar con un sistema complejo viene dada, tanto por la dinámica de interacción entre sus unidades, como porque estos suelen estar vinculados en estructuras no triviales. Por lo tanto, la red compleja hereda la complejidad de la estructura, que generalmente no obedece un patrón regular ni es completamente azarosa. Más aún, son características usuales de las redes complejas la existencia de estructuras jerárquicas, claras distinciones entre puntos muy fuertemente conectados y otros pobremente conectados, es decir, la existencia de comunidades. En esta Maestría se implementará un algoritmo novedoso de detección de comunidades con el fin de aplicarlo a datos obtenidos de redes reales. Se trabajará sobre datos obtenidos mediante fMRI (imagenología por resonancia magnética funcional) y EEG (electroencefalogramas). A partir de estos resultados, se concluirá sobre la funcionalidad e importancia de dichas comunidades en los sistemas de donde provienen los datos.

#### **GRADO**

##### **Sincronización y caos en circuitos de Chua acoplados (2017)**

Tesis/Monografía de grado

Sector Educación Superior/Público / Universidad de la República / Facultad de Ciencias - UDeLaR, Uruguay

Programa: Licenciatura en Física opción Física

Tipo de orientación: Cotutor en pie de igualdad

Nombre del orientado: Juan Gancio

Medio de divulgación: Otros

País/Idioma: Uruguay, Español

Palabras Clave: Sincronización caos Circuitos no lineales Física experimental Análisis de datos  
Areas de conocimiento:  
Ingeniería y Tecnología / Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electrónica e Ingeniería de la Información /  
Ingeniería Eléctrica y Electrónica / Diseño de circuitos  
Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Materiales Condensados / Sistemas  
Complejos  
Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Matemática Pura / Sistemas dinámicos

#### **Sincronización y caos en circuitos de Chua acoplados (2017)**

Tesis/Monografía de grado  
Sector Educación Superior/Público / Universidad de la República / Facultad de Ciencias - UDeLaR ,  
Uruguay  
Programa: Licenciatura en Física opción Física  
Tipo de orientación: Cotutor en pie de igualdad  
Nombre del orientado: Felipe Rinderknecht  
Medio de divulgación: Otros  
País/Idioma: Uruguay, Español  
Palabras Clave: Física experimental Circuitos no lineales Caos Sincornización Análisis de datos  
Areas de conocimiento:  
Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Ciencias Físicas / Dinámica No Lineal

## **Otros datos relevantes**

### **PREMIOS, HONORES Y TÍTULOS**

#### **Young Researchers Award (2016)**

(Internacional)  
Dynamic Days Europe  
En el marco de la XXXVI conferencia europea Dynamic Days, y con el apoyo de la European Physical Society, AIP Publishing, y la revista Chaos, se realizó un concurso de méritos entre investigadores jóvenes (aquellos investigadores que hacía menos de 3 años habían recibido su doctorado). El premio, constituía el reconocimiento al trabajo realizado hasta el momento y su valor fue de 650 euros.

#### **Certificate of Outstanding Contribution in Reviewing (2016)**

(Internacional)  
Elsevier: Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation  
Certificado de contribución significativa en el arbitraje de los artículos publicados por la revista Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation

#### **EPJ B Highlight of article - A. L'Her, P. Amil, N. Rubido, A. C. Marti, and C. Cabeza (2016), Electronically implemented coupled logistic maps, Eur. Phys. J. B 89: 81, DOI: 10.1140/epjb/e2016-60986-8 (2016)**

(Internacional)  
European Physics Journal B  
Artículo destacado por la revista EPJ B mediante el artículo de divulgación: "Electronic counterpart to ecological models revealed - Peering into the future of populations with the help of complex networks of predictive maps" Web: <https://www.epj.org/epjb-news/1046-epjb-highlight-electronic-counterpart-to-ecological-models-revealed>

#### **Springer Theses (2015)**

(Internacional)  
Springer International Publishing AG  
Springer Theses the best of the best (<http://www.springer.com/series/8790>) Internationally top-ranked research institutes select their best thesis annually for publication in this series. Nominated and endorsed by two recognized specialists, each thesis is chosen for its scientific excellence and impact on research. For greater accessibility to non-specialists, the published versions include an extended introduction, as well as a foreword by the students supervisor explaining the special relevance of the work for the field. As a whole, the series provides a valuable resource both for newcomers to the relevant field, and for other scientists seeking detailed background information on special questions. Finally, it provides an accredited documentation of the valuable contributions made by today's younger generation of scientists. The content of the series is available to millions of readers worldwide and, in addition to profiting from this broad dissemination, the author of each thesis is rewarded with a cash prize equivalent to 500.

### **SUPA Prize Studentship (2011)**

(Internacional)

Scottish University Physics Alliance (SUPA)

"SUPA is offering PhD studentships for outstanding students from anywhere in the world. These prestigious and competitive awards are intended to attract excellent students to study for a PhD in Scotland." El premio otorgado por la SUPA consta de una beca para realizar estudios de Doctorado en la Universidad de Aberdeen, Escocia. Mediante la beca-premio se pagan todos los gastos requeridos por la Universidad y se preciben 14949 libras al año por 3.5 años.

### **Becas de Posgrado Nacionales en Investigacion Fundamental en todas las areas del conocimiento (2009)**

(Nacional)

ANII

Título del Proyecto: Sincronización de osciladores no lineales caóticos acoplados. Descripción del Programa de Postgrado: La sincronización de sistemas oscilatorios es un fenómeno muy conocido, y se puede entender como el ajuste de los ritmos propios debido a interacciones débiles. Este tipo de situaciones pueden ser observadas en sistemas biológicos (ciclos circadianos, menstruales, marcapasos, sistemas neuronales, ventilación asistida, etc.), químicos (oscilaciones glicolíticas en una población de células de levadura), ecológicos (sincronización de luciérnagas, el canto de los grillos, migraciones, ciclos acoplados de presas-predadores, etc.), sistemas electrónicos (relojes, redes de computadoras, junturas de Josephson, arreglos de láseres, etc.). Estos últimos permiten una maleabilidad que los hace muy útiles a la hora de modelar sistemas naturales. El proyecto de maestría se centrará en el estudio de una clase particular de ellos: los osciladores integrate-and-fire (osciladores de relajación). El problema será abordado desde tres enfoques complementarios: numérico, analítico y experimental, siendo este último el pilar fundamental del trabajo.

### **Beca de Iniciacion en la Investigacion (2008)**

(Nacional)

ANII

Título del Proyecto: Modelado numérico de la interacción de flujos estratificados con obstáculos pronunciados. Descripción: El estudio de la dinámica de los fluidos es un problema notablemente complejo debido esencialmente a la no linealidad de las ecuaciones que la modelan. En este proyecto nos proponemos estudiar la dinámica de flujos que tienen una densidad variable con la profundidad, denominados estratificados, cuando el movimiento se realiza sobre fondos de variación abrupta por medio de simulaciones numericas. Bajo ciertas condiciones, estos flujos pueden producir la formación de bancos de arena, que a su vez acarrear efectos tanto beneficiosos como perjudiciales. Por un lado, estos bancos pueden dificultar la navegación marítima. Sin embargo, bajo ciertas circunstancias, los mismos favorecen la concentración de poblaciones biológicas.

## **PRESENTACIONES EN EVENTOS**

### **1st Latin American Conference on Complex Networks (LANET) (2017)**

Congreso

Electronically-implemented networks and what can we say about them

México

Tipo de participación: Expositor oral

Carga horaria: 40

Nombre de la institución promotora: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)

Palabras Clave: sistemas complejos Redes complejas Circuitos no lineales

Areas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Materiales Condensados / Sistemas Complejos

The analysis of complex systems is a scientific trending topic. However, such analysis is usually constrained to synthetic models and numerical experiments. Here, we tackle this problem by developing a network of coupled electronic circuits, which are simple to implement, have low-cost components, are easy-to-handle, and have a broad range parameter-versatility. Our experimental findings show that this implementation has a remarkable agreement with the numerical simulations, and behavioural aspects of the coupled system are well-characterized with high resolution. Consequently, and as we show with our results, we can tackle the bottom-up (i.e., predict the systems behaviour from its networks topology) and top-down (i.e., infer its network topology from its behaviour) approaches to study complex systems in a controlled experimental fashion.

### **International Workshop on Mathematics of Climate Change and Natural Disasters (2017)**

Taller

Compressive Sensing in Non-linear Dynamics

Brasil

Tipo de participación: Conferencista invitado

Carga horaria: 40

Nombre de la institución promotora: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)

Palabras Clave: sistemas complejos Analisis de datos Cambio Climático

Areas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias de la Tierra y relacionadas con el Medio Ambiente /

Investigación Climatológica

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias de la Tierra y relacionadas con el Medio Ambiente /

Geociencias multidisciplinaria

Compressive Sensing (CS) is a rather novel method [IEEE Trans. Info. Theor. 52(4), 1289-1306 (2006)] to efficiently acquire and reconstruct signals from solving undetermined linear systems of equations. CS requires sparsity, namely, few data points suffice. Hence, its results are counter-intuitive, since the sampling requirement apparently violates the well-known minimum sampling-frequency established by the Shannon-Nyquist theorem. Despite its linear nature and apparently odd requirements, its application goes far beyond linear systems. In this talk, I will review some applications suitable for non-linear Physics problems. Particularly, in the cases when the objective is to predict the trajectory of a chaotic system from few measurements or when the intention is to model the equations of motion from time-series measurements to predict catastrophes.

#### **XXXVI Dynamic Days Europe (2016)**

Congreso

Network Inference from time-series measurements

Grecia

Tipo de participación: Expositor oral

Carga horaria: 35

Nombre de la institución promotora: National Technical University of Athens (NTUA), Corfu,

Grecia

Palabras Clave: sistemas complejos Sistemas dinamicos Redes complejas Analisis de datos

Areas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Materiales Condensados / Mecánica

Estadística y Física No-lineal

Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Estadística y Probabilidad / Redes Complejas

Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Matemática Aplicada / Sistemas Dinamicos

TITLE: Network inference from time-series measurements ABSTRACT: Inferring the underlying network of a complex system from observed data is nowadays the object of intense research. This network inference is usually made by analysing the data of time-series recorded at the different units that compose the complex system. Namely, a link between units is assumed depending on how interdependent these observations are. Hence, a network of interconnections between the units is retrieved. However, the limits of network inference in real-world systems composed by interacting dynamical units are still not fully understood. Here, we focus on critically comparing the most commonly used statistical tools for network inference: Pearson Cross-Correlation (CC) and Mutual Information (MI) using ordinal patterns. In particular, we test these methods on various coupled maps in terms of time-series length, presence of noise, network size, and parameter heterogeneity. We quantify their success based on their efficiency, robustness, and reliability to infer the underlying network. Shockingly, our findings show that there are dynamical regimes where we could infer exactly the underlying network for both methods. Although, in general, MI outperforms CC in terms of robustness and reliability. Consequently, we believe these findings to be relevant for the inference and interpretation of functional networks such as those coming from brain or climate data. REFS.: [1] E. Bianco-Martinez, N. Rubido, Ch. G. Antonopoulos, and M. S. Baptista, Chaos (2016). [2] G. Tirabassi, R. Sevilla-Escoboza, J. M. Buldú, and C. Masoller, Sci. Rep. 5, 10829 (2015). [3] J. I. Deza, M. Barreiro, and C. Masoller, Chaos 25, 033105 (2015). [4] N. Rubido, A. C. Martí, E. Bianco-Martinez, C. Grebogi, M. S. Baptista, and C. Masoller, New J. Phys. 16, 093010 (2014). [5] U. Parlitz, J. Schumann-Bischoff, and S. Luther, Phys. Rev. E 89, 050902(R) (2014). [6] C. Bandt and B. Pompe, Phys. Rev. Lett. 88, 174102 (2002).

#### **IV Dynamic Days Latin America and the Caribbean (2016)**

Congreso

Dynamical Detection of Network Communities

México

Tipo de participación: Conferencista invitado

Carga horaria: 40

Nombre de la institución promotora: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), Méjico

Palabras Clave: sistemas complejos Sistemas dinamicos Redes complejas Física No-lineal

Areas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Materiales Condensados / Mecánica

Estadística y Física No-lineal

Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Matemática Aplicada / Sistemas Dinámicos

TITLE: DYNAMICAL DETECTION OF NETWORK COMMUNITIES ABSTRACT: Trophic

networks, where nodes are species in an ecosystem and edges can be predator-prey relationships, or the Internet, where nodes are web-pages and edges can be links between them, are just two examples of networks showing modular structures, namely, communities. Communities are subsets of nodes, species, or web-pages, that are clustered in a densely connected way, as it so happens to a group of users in Facebook that are densely connected by their mutual friendship and are sparsely connected to other users. Among the many advantages of identifying communities in networks, is the understanding of how the networks grow/shrink and which dynamical behaviors can arise. However, community detection is a nontrivial task. Specially, since real-world networks, as Facebook, evolve in time by adding/removing nodes (users) and/or including/excluding edges (friendships). Our work presents an approach to detect communities in networks that succeeds in both scenarios: static and time-varying topologies. It is based on mapping the nodes of the network to a set of interacting particles, where the interactions between particles are either attractive, when the nodes share a link, or repulsive, when the link is missing. Consequently, the system of particles promptly converges to a clustered state, which corresponds to the different communities in the network. We highlight that the choice for the interaction force between particles is flexible, easy to implement, and mathematically tractable, giving our approach a remarkable advantage over several state-of-the-art methods. Moreover, it can also deal with overlapping communities.

#### **XV Reunión de la Sociedad Uruguaya de Física (2016)**

Encuentro

Sistemas complejos y la emergencia de un ritmo único

Uruguay

Tipo de participación: Expositor oral

Carga horaria: 20

Nombre de la institución promotora: Universidad de la República

Palabras Clave: sistemas complejos Sincronización

Áreas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Materiales Condensados / Sistemas Complejos

#### **Workshop - Integrative Research: Challenges of complex systems for technological applications (2015)**

Taller

The modern power-grids from a Complex System perspective

Brasil

Tipo de participación: Conferencista invitado

Carga horaria: 40

Nombre de la institución promotora: Escola Politécnica da USP, British Council

Palabras Clave: sistemas complejos

Áreas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Otras Ciencias Naturales / Otras Ciencias Naturales / Sistemas Complejos

#### **Dynamics of Coupled Oscillators: 40 years of the Kuramoto Model (2015)**

Congreso

Periodic collective behaviour: the relevance of the coupling function

Alemania

Tipo de participación: Poster

Carga horaria: 40

Nombre de la institución promotora: Max-Planck Institute for the Physics of Complex Systems

Palabras Clave: sistemas complejos dinámica no lineal Redes complejas Osciladores acoplados

Áreas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Otras Ciencias Naturales / Otras Ciencias Naturales / Sistemas Complejos

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Materiales Condensados / Mecánica Estadística

#### **Latin American Workshop on Non-linear Phenomena (2015)**

Taller

Transmission of Energy in Complex Networks

Colombia

Tipo de participación: Poster

Carga horaria: 40

Nombre de la institución promotora: Universidad Nacional de Colombia  
Palabras Clave: sistemas complejos Redes complejas Red Eléctrica de transmisión

#### **Causality, Information transfer and Dynamical Networks (2014)**

Congreso  
Exact detection of direct links in networks of interacting dynamical units  
Alemania  
Tipo de participación: Poster  
Carga horaria: 35  
Nombre de la institución promotora: Max-Plank Institute for Complex Systems, Dresden  
Palabras Clave: Complex systems Network inference Data analysis Neuro-science  
Áreas de conocimiento:  
Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física Atómica, Molecular y Química  
Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Estadística y Probabilidad

#### **Causality, Information transfer and Dynamical Networks (2014)**

Congreso  
Network Inference from time-series measurements  
Alemania  
Tipo de participación: Expositor oral  
Carga horaria: 35  
Nombre de la institución promotora: Max-Plank Institute for Complex Systems, Dresden  
Palabras Clave: Complex systems Network inference Data analysis Neuro-science Climate Networks  
Áreas de conocimiento:  
Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias de la Tierra y relacionadas con el Medio Ambiente / Geociencias multidisciplinaria  
Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física Atómica, Molecular y Química  
Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Estadística y Probabilidad

#### **XVIII MEDYFINOL Conference (2014)**

Congreso  
Periodic collective behaviour: what matters is the coupling function  
Brasil  
Tipo de participación: Conferencista invitado  
Carga horaria: 30  
Nombre de la institución promotora: Universidade Federal de Alagoas, Maceio  
Palabras Clave: Complex systems Phase oscillators Collective behaviour  
Áreas de conocimiento:  
Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Materiales Condensados  
Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Matemática Aplicada

#### **13th Experimental Chaos and Complexity Conference (2014)**

Congreso  
Exact detection of direct links in networks of interacting dynamical systems  
Escocia  
Tipo de participación: Poster  
Carga horaria: 35  
Nombre de la institución promotora: University of Aberdeen  
Palabras Clave: Complex systems Network inference Data analysis Statistics  
Áreas de conocimiento:  
Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Materiales Condensados  
Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Estadística y Probabilidad  
Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Matemática Aplicada

#### **Another cup of tea (2013)**

Seminario  
Flow Networks  
Escocia  
Tipo de participación: Expositor oral  
Carga horaria: 2  
Nombre de la institución promotora: Institute for Complex Systems and Mathematical Biology  
Palabras Clave: Power-grid networks Edge Capacity

**Another cup of tea (2013)**

Seminario  
Computational Fluid Dynamics  
Escocia  
Tipo de participación: Expositor oral  
Carga horaria: 2  
Nombre de la institución promotora: Institute for Complex Systems and Mathematical Biology  
Palabras Clave: Fluids CFD

**Dynamic Days Europe 2013 (2013)**

Congreso  
Maintaining stable distribution in evolving supply-demand networks  
España  
Tipo de participación: Expositor oral  
Carga horaria: 40  
Nombre de la institución promotora: Center for Biomedical Technology  
Palabras Clave: Power-grid networks Redes complejas

**Methods of Chaos Detection and Predictability Theory and Applications (2013)**

Congreso  
Inferring network structure from non-linear method measurements  
Alemania  
Tipo de participación: Poster  
Carga horaria: 40  
Nombre de la institución promotora: Max-Planck Institute for Physics of Complex Systems  
Palabras Clave: sistemas complejos Teoría de grafos Mecánica Estadística

**European Conference on Complex Systems (2013)**

Congreso  
Resiliently evolving supply-demand networks  
España  
Tipo de participación: Expositor oral  
Carga horaria: 40  
Nombre de la institución promotora: The Complex System Society  
Palabras Clave: Power-grid networks Fenómenos críticos Edge Capacity

**Estancia de colaboración con grupo DONLL (2013)**

Seminario  
Structure and function in flow networks  
España  
Tipo de participación: Expositor oral  
Carga horaria: 1  
Nombre de la institución promotora: Universidad Politécnica de Catalunya  
Palabras Clave: Networks Complex systems Power-grid networks  
Áreas de conocimiento:  
Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Materiales Condensados / Statistical Mechanics  
Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Matemática Aplicada / Graph theory

**Methods for Chaos Detection and Predictability: Theory and Applications (2013)**

Congreso  
Inferring network structure from non-linear method measurements  
Alemania  
Tipo de participación: Poster  
Carga horaria: 30  
Nombre de la institución promotora: Max-Planck Institute for Complex Systems, Dresden  
Palabras Clave: Complex systems Network inference Data analysis Neuro-science  
Áreas de conocimiento:  
Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física Atómica, Molecular y Química

**International Conference on Delayed Complex Systems (2012)**

Congreso



Distinguishing determinism from stochasticity: ordinal analysis of the structure of the spiking activity of semiconductor lasers with optical feedback

España

Tipo de participación: Poster

Carga horaria: 40

Nombre de la institución promotora: Institute of Theoretical Physics, Collaborative Research Center 910

Palabras Clave: Complex systems Non-linear optics Symbolic dynamics

Areas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de Partículas y Campos / Non-linear optics

Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Matemática Aplicada / Data analysis

#### **European Conference on Complex Systems (2012)**

Congreso

Transmission of Energy and Information in Complex Networks

Bélgica

Tipo de participación: Poster

Carga horaria: 40

Nombre de la institución promotora: Université libre de Bruxelles

Palabras Clave: Power-grid networks Energy transport Information transmission

Areas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Materiales Condensados / Statistical Mechanics

Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Matemática Aplicada / Graph theory

#### **MEDYFINOL XVII Conference (2012)**

Congreso

Information capacities of complex weighted networks

Chile

Tipo de participación: Conferencista invitado

Carga horaria: 40

Nombre de la institución promotora: Universidad de los Andes

Palabras Clave: Redes complejas Teoría de la información

#### **Dynamic Days South America 2010 (2010)**

Congreso

International Conference on Chaos and Nonlinear Dynamics

Brasil

Tipo de participación: Expositor oral

Carga horaria: 40

Nombre de la institución promotora: INPE

Palabras Clave: Synchronization

Areas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Materiales Condensados / Física no lineal

Fireflies constitute a paradigm of pulse-coupled oscillators. This pulse coupling form is extensively common in Biology the chirp of crickets, pacemaker cells firing and luminescent algae *Gonyaulax*, among many. The study of how pulse-coupled oscillators achieve synchrony is important due to experimental observations of synchronous neural firing patterns of various mammals, insects and reptilian species. In order to tackle the problems related to synchrony of pulse-coupled oscillators, a Light-Controlled Oscillator (LCO) model is presented. LCOs constitute one dimensional relaxation oscillators described by two distinct time-scales meant to mimic *Pteroptyx malaccae* fireflies in a simple fashion, with great parameter malleability and easy experimental implementation. Dynamical results range from transient behaviours for different coupling configurations and intensities, to stable states of arbitrary order. Furthermore, analytical expressions regarding  $(1 : n)$  Arnold tongues for the Master-Slave (MS) situation are also exhibited. Construction of return maps reveal stability issues, bifurcations of fixed points as control parameters are tuned and as the number of oscillators involved is increased. Numerical simulations complement all studies.

#### **XXXII Encontro Nacional de Matéria Condensada de Brasil (2009)**

Otra

Arnold tongues, scaling laws and limit cycles in optically coupled electronic oscillators

Brasil

Tipo de participación: Poster

Carga horaria: 6  
Áreas de conocimiento:  
Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Materiales Condensados

#### **Hands-On Research School in Complex Systems (2009)**

Seminario  
Arnold tongues, scaling laws and limit cycles in optically coupled electronic oscillators  
Brasil  
Tipo de participación: Expositor oral  
Carga horaria: 8  
Nombre de la institución promotora: ICTP  
Palabras Clave: Synchronization times Nonlinear oscillators  
Además de la exposición oral se presentó un poster con trabajos relacionados.

#### **MEDYFINOL (2008)**

Otra  
Experimental results on synchronization times and stable states in globally coupled Light-Controlled Oscillators (LCO)  
Uruguay  
Tipo de participación: Poster  
Carga horaria: 8

#### **X Reunión de la Sociedad Uruguaya de Física (2007)**

Otra  
Poster: Comportamiento No lineal y Caótico en las vibraciones de una cuerda  
Uruguay  
Tipo de participación: Expositor oral  
Nombre de la institución promotora: Sociedad Uruguaya de Física

#### **JURADO/INTEGRANTE DE COMISIONES EVALUADORAS DE TRABAJOS ACADÉMICOS**

##### **Exploring teleconnections and climate dynamics by means of complex networks (2018)**

Candidato: Fernando Arismendi  
Tipo Jurado: Tesis de Doctorado  
NICOLÁS RUBIDO , RENOM M , MASOLLER, C. , Gabriel Cazes Boezio , MARCELO BARREIRO  
PEDECIBA - Física / Sector Educación Superior/Público / Universidad de la República / Facultad de Ciencias - UDeLaR / Uruguay  
País: Uruguay  
Idioma: Inglés  
Palabras Clave: Redes Complejas Climatología Oceanografía Sincronización Sistemas Dinámicos  
Áreas de conocimiento:  
Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias de la Tierra y relacionadas con el Medio Ambiente / Meteorología y Ciencias Atmosféricas / Climatología

##### **Equilibrio termodinámico del caminante cuántico unidimensional (2017)**

Candidato: Nicolás Díaz  
Tipo Jurado: Tesis de Maestría  
PABLO MONZÓN , RAÚL DONANGELO , ARTURO LEZAMA , DANIEL ARIOSA , NICOLÁS RUBIDO  
Maestría en Física (UDELAR-PEDECIBA) / Sector Educación Superior/Público / Universidad de la República / Facultad de Ciencias - UDeLaR / Uruguay  
País: Uruguay  
Idioma: Inglés  
Palabras Clave: Caminata al azar Mecánica Cuántica  
Áreas de conocimiento:  
Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de Partículas y Campos / Mecánica Cuántica  
Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Materiales Condensados / Mecánica Estadística

##### **A complex networks perspective of the past and future coupling between the tropical oceans and precipitation over Southeastern South America (2017)**

Candidato: Verónica Martín Gómez  
Tipo Jurado: Tesis de Doctorado

MADELEINE RENOM , MARCELO BARREIRO , CAROLINA VERA , IRACEMA CAVALCANTI ,  
 NICOLÁS RUBIDO  
 Doctorado en Física (UDELAR-PEDECIBA) / Sector Educación Superior/Público / Universidad de la  
 República / Facultad de Ciencias - UDeLaR / Uruguay  
 País: Uruguay  
 Idioma: Inglés  
 Palabras Clave: Redes complejas Climatología Oceanografía  
 Areas de conocimiento:  
 Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias de la Tierra y relacionadas con el Medio Ambiente /  
 Meteorología y Ciencias Atmosféricas

## Indicadores de producción

<b>PRODUCCIÓN BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>24</b>
<b>Artículos publicados en revistas científicas</b>	18
Completo	18
<b>Trabajos en eventos</b>	4
<b>Libros y Capítulos</b>	1
Libro publicado	1
<b>Documentos de trabajo</b>	1
Completo	1
<b>PRODUCCIÓN TÉCNICA</b>	<b>9</b>
<b>Trabajos técnicos</b>	4
<b>Otros tipos</b>	5
<b>EVALUACIONES</b>	<b>27</b>
<b>Evaluación de proyectos</b>	1
<b>Evaluación de eventos</b>	2
<b>Evaluación de publicaciones</b>	16
<b>Evaluación de convocatorias concursables</b>	6
<b>Jurado de tesis</b>	2
<b>FORMACIÓN RRHH</b>	<b>11</b>
<b>Tutorías/Orientaciones/Supervisiones concluidas</b>	6
Tesis de maestría	1
Tesis de doctorado	1
Iniciación a la investigación	2
Otras tutorías/orientaciones	1
Tesis/Monografía de grado	1
<b>Tutorías/Orientaciones/Supervisiones en marcha</b>	5
Tesis de maestría	2
Tesis/Monografía de grado	2
Tesis de doctorado	1