



**NICOLÁS RUBIDO OBRER**

Doctor



[nicolas.rubidoobrer@abdn.ac.uk](mailto:nicolas.rubidoobrer@abdn.ac.uk)

<https://sites.google.com/fcien.edu.uy/dr-nicolas-rubido>

University of Aberdeen, King's College, Institute for Complex Systems and Mathematical Biology, Aberdeen AB24 3UE, United Kingdom

**SNI**

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas

Categorización actual: Nivel II (Asociado)

Fecha de publicación: 28/04/2026  
Última actualización: 28/04/2026

## Datos Generales

### INSTITUCIÓN PRINCIPAL

University of Aberdeen / King's College, Institute for Complex Systems and Mathematical Biology / Reino Unido

### DIRECCIÓN INSTITUCIONAL

Institución: University of Aberdeen / Sector Extranjero/Internacional/Otros / King's College

Dirección: Meston Walk, Meston Building, Institute for Complex Systems and Mathematical Biology / AB24 3UE

País: Reino Unido / Aberdeen / Aberdeen

Teléfono: (0044) 01224 272316

Correo electrónico/Sitio Web: [nicolas.rubidoobrer@abdn.ac.uk](mailto:nicolas.rubidoobrer@abdn.ac.uk)

<https://www.abdn.ac.uk/people/nicolas.rubidoobrer>

## Formación

### Formación académica

#### CONCLUIDA

#### DOCTORADO

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

University of Aberdeen , Gran Bretaña

Título de la disertación/tesis/defensa: 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

Financiación:

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 , Uruguay

Título de la disertación/tesis/defensa: 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 , Uruguay

Título de la disertación/tesis/defensa:

Obtención del título: 2008

Areas de conocimiento:

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

## Formación complementaria

### CONCLUIDA

#### POSDOCTORADOS

##### Research Fellow (2020 - 2022)

Sector Extranjero/Internacional/Otros / University of Aberdeen / Aberdeen Biomedical Imaging Centre , Escocia

Financiación:

University of Aberdeen , Escocia

Palabras Clave: Alzheimer's Disease MRI analyses Functional Connectivity Brain Networks

Areas de conocimiento:

Ciencias Médicas y de la Salud / Medicina Básica / Neurociencias / Redes funcionales del cerebro

Ciencias Médicas y de la Salud / Medicina Básica / Patología / Enfermedad de Alzheimer

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

Información y Bioinformática / Análisis de datos de Magneto-Resonancia funcional

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

#### PARTICIPACIÓN EN EVENTOS

##### Bioinference (2024)

Tipo: Congreso

Institución organizadora: University of Warwick, Reino Unido

Alcance geográfico: Internacional

Palabras Clave: Estadística Analisis de datos Matematica aplicada

Areas de conocimiento:

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

Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Estadística y Probabilidad / Análisis de datos

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

electroencefalogramas (EEG) e imágenes funcionales (fMRI)

##### Dynamics Days Europe (2023)

Tipo: Congreso

Institución organizadora: Università degli Studi di Napoli Federico II, Italia

Alcance geográfico: Internacional

Palabras Clave: Sistemas Dinamicos Sistemas Complejos Dinamica No Lineal Caos 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 / Matemática Aplicada / Redes Complejas/Teoría de Grafos

Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Estadística y Probabilidad / Análisis de datos

##### Dynamics Days Europe (2022)

Tipo: Congreso

Institución organizadora: University of Aberdeen, Reino Unido

Alcance geográfico: Internacional

Palabras Clave: Sistemas Dinamicos Sistemas Complejos Dinamica No Lineal Chaos 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 / Matemática Aplicada / Redes Complejas/Teoría de Grafos

Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Estadística y Probabilidad / Análisis de datos

**Scottish Imaging Network: A Platform for Scientific Excellence (SINAPSE) annual scientific meeting (2021)**

Tipo: Encuentro

Institución organizadora: University of Glasgow, Reino Unido

Palabras Clave: Imaging Analysis Brain Imaging Functional Connectivity Data Analysis

Neurodegeneration

Areas de conocimiento:

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

Ciencias Médicas y de la Salud / Medicina Básica / Patología / Neurodegeneración

Ciencias Médicas y de la Salud / Biotecnología de la Salud / Biotecnología relacionada con la Salud / Magnetoresonancia

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Biológicas / Biofísica /

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

Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Matemática Aplicada /

**Statistical Physics of Complex Systems (2021)**

Tipo: Congreso

Institución organizadora: International Centre for Theoretical Physics (ICTP), Italia

Palabras Clave: Statistical Physics Complex Systems Non-linear Dynamics

Areas de conocimiento:

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

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Ciencias Físicas / Sistemas Complejos

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

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

**Infrastructure for Fragmented Cities: South America (INFRA+) (2021)**

Tipo: Congreso

Institución organizadora: Universidade de São Paulo + University of Manchester, Brasil

Palabras Clave: Transportation Networks Distribution Networks Resilience

Areas de conocimiento:

Ingeniería y Tecnología / Ingeniería Civil / Ingeniería del Transporte /

Ingeniería y Tecnología / Ingeniería del Medio Ambiente / Sensores Remotos /

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

Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Matemática Aplicada /

**British Applied Mathematics Colloquium (2021)**

Tipo: Congreso

Institución organizadora: University of Glasgow, Reino Unido

Palabras Clave: Applied Mathematics Dynamical Systems Modelling Data Analysis

Areas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Matemática Aplicada /

Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Estadística y Probabilidad /

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Ciencias Físicas /

**Alzheimer's Association International Conference (AAIC) (2020)**

Tipo: Congreso

Institución organizadora: Alzheimer's Association, Estados Unidos

Palabras Clave: Alzheimer Biomarcadores Imagenología Neurociencias

Areas de conocimiento:

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

Ciencias Médicas y de la Salud / Medicina Básica / Patología / Alzheimer

Ciencias Médicas y de la Salud / Biotecnología de la Salud / Biotecnología de la Salud / MRI

**Scottish Imaging Network: A Platform for Scientific Excellence (SINAPSE) annual scientific meeting (2020)**

Tipo: Encuentro

Institución organizadora: University of Dundee, Escocia

Palabras Clave: Brain Imaging Functional Connectivity Imaging Analysis Health Biomarkers Data Analysis

Áreas de conocimiento:

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

Ciencias Médicas y de la Salud / Medicina Básica / Patología / Enfermedad de Alzheimer

Ciencias Médicas y de la Salud / Biotecnología de la Salud / Biotecnología relacionada con la Salud / Magneto Resonancias

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

Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Estadística y Probabilidad /

### **Mathematical models of Climate Change: Challenges and Opportunities (2020)**

Tipo: Simposio

Institución organizadora: University of Bath, Reino Unido

Palabras Clave: Climate Change Modelling Forecasting

Áreas de conocimiento:

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

Ciencias de la Tierra y relacionadas con el Medio Ambiente /

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 /

### **Dynamics Days Digital (2020)**

Tipo: Congreso

Institución organizadora: Vrije Universiteit Amsterdam & Technical University of Munich, Holanda

Palabras Clave: nonlinear dynamics chaos bifurcations critical phenomena statistical physics stochastic dynamics

Áreas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Ciencias Físicas / Física No Lineal

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

### **5th Conference on Perspectives in Nonlinear Dynamics (2019)**

Tipo: Congreso

Institución organizadora: Universidade Estadual Paulista - Instituto de Física Teórica, Brasil

Palabras Clave: Nonlinear Dynamics Complex Systems

Áreas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Ciencias Físicas / Física No lineal y Mecánica Estadística

### **British Applied Mathematics Colloquium (2019)**

Tipo: Congreso

Institución organizadora: University of Bath, Inglaterra

Palabras Clave: Complex Systems Network Inference Data Analysis

Áreas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Ciencias Físicas /

### **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 Análisis 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 Análisis 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 /

#### **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

#### **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 Análisis 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

#### **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

Áreas de conocimiento:

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

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

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

#### **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

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

#### **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

Áreas 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

#### **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

#### **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 /

#### **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 /

#### **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 (2013)**

Tipo: Congreso

Institución organizadora: World Trade Centre Barcelona, The Complex System Society, España

Palabras Clave: sistemas complejos Física no lineal Redes complejas Sistemas biológicos

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 Teoria de grafos Mecanica Estadistica

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 /

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

Tipo: Congreso

Institución organizadora: Centre for Biomedical Technology, España

Palabras Clave: sistemas complejos Sistemas dinamicos Redes complejas Sistemas biológicos

#### **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 Teoria de grafos

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 /

#### **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

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

Tipo: Taller

Institución organizadora: Imperial College of London, Inglaterra

Palabras Clave: sistemas complejos Sistemas biológicos Fenomenos criticos Redes climaticas

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

Tipo: Congreso

Institución organizadora: Universidad de los Andes, Chile

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

Áreas 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 /

#### **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

Áreas 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 /

#### **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

Áreas 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

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

Tipo: Taller

Institución organizadora: ICTP, Italia

Palabras Clave: Chaos

Áreas 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

Áreas de conocimiento:

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

### **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

## **Áreas de actuación**

### **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

### **CIENCIAS NATURALES Y EXACTAS**

Matemáticas / Estadística y Probabilidad / Análisis de datos

### **CIENCIAS MÉDICAS Y DE LA SALUD**

Medicina Básica / Neurociencias / Análisis de señales de electroencefalogramas (EEG) e imágenes funcionales (fMRI)

## CIENCIAS NATURALES Y EXACTAS

Ciencias Físicas / Física de los Materiales Condensados / Física No Lineal

### Actuación profesional

#### SECTOR EXTRANJERO/INTERNACIONAL/OTROS - ESCOCIA

University of Aberdeen / Institute for Complex Systems and Mathematical Biology

#### VÍNCULOS CON LA INSTITUCIÓN

##### **Funcionario/Empleado (01/2022 - a la fecha)** Trabajo relevante

Lecturer in Data Science 38 horas semanales / Dedicación total

#### ACTIVIDADES

##### DOCENCIA

##### **BSc in Physics (09/2022 - a la fecha)**

Grado

Organizador/Coordinador

Áreas de conocimiento:

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

Estadística

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

Estadística

##### **BSc in Physics (09/2023 - a la fecha)**

Grado

Organizador/Coordinador

Asignaturas:

Dynamical Phenomena, 33 horas, Teórico-Práctico

Energy & Matter (PX3014), 33 horas, Teórico-Práctico

Áreas de conocimiento:

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

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

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

Agencia Nacional de Investigación e Innovación / Sistema Nacional de Investigadores

#### VÍNCULOS CON LA INSTITUCIÓN

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

Investigador Nivel 1 5 horas semanales

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

Facultad de Ciencias / Instituto de Física

#### VÍNCULOS CON LA INSTITUCIÓN

##### **Funcionario/Empleado (12/2016 - 09/2022)** Trabajo relevante

Profesor Adjunto 40 horas semanales / Dedicación total

Con licencia sin goce de sueldo desde el 26 de febrero del 2020 y hasta el 31 de agosto del 2022.

Expedientes: 240200-000034-20, 241050-504144-20, 240200-000005-22

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), con DT  
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 (10/2007 - 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**

**DIRECCIÓN Y ADMINISTRACIÓN**

**Delegado Docente a la Comisión Directiva del Institute de Física (Exp. 240200-001041-16) (12/2016 - 12/2018)**

Universidad de la República, Instituto de Física de la Facultad de Ciencias  
3 horas semanales

**DOCENCIA**

**Doctorado en Física (UDELAR-PEDECIBA) (08/2019 - 12/2019)**

Doctorado  
Organizador/Coordinador  
Asignaturas:  
Análisis de Datos: Información y Complejidad, 6 horas, Teórico-Práctico  
Areas de conocimiento:  
Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Ciencias Físicas / Física No Lineal  
Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Estadística y Probabilidad /  
Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Matemática Aplicada / Análisis de Datos

**Licenciatura en Física (08/2019 - 12/2019)**

Grado  
Organizador/Coordinador  
Asignaturas:  
Análisis de Datos: Información y Complejidad, 6 horas, Teórico-Práctico  
Areas de conocimiento:  
Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Ciencias Físicas / Física No Lineal  
Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Estadística y Probabilidad /  
Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Matemática Aplicada / Análisis de Datos

**Licenciatura en Física (03/2019 - 07/2019 )**

Grado

Responsable

Asignaturas:

Laboratorio III, 4 horas, Práctico

Areas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Ciencias Físicas / Física experimental

**Licenciatura en Física (03/2018 - 07/2018 )**

Grado

Responsable

Asignaturas:

Laboratorio III, 4 horas, Práctico

Areas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Ciencias Físicas / Física experimental

**Licenciatura en Física (03/2018 - 07/2018 )**

Grado

Responsable

Asignaturas:

Laboratorio I, 4 horas, Práctico

Areas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Ciencias Físicas / Física Moderna - Laboratorio experimental

**Licenciatura en Física (03/2017 - 07/2017 )**

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 (03/2017 - 07/2017 )**

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

**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

Areas 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

Areas 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

Areas 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

Areas de conocimiento:

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

**Laboratorio de Acusto-Óptica (09/2007 - 12/2007 )**

Universidad de la República, Laboratorio de Acusto-Óptica del Instituto de Física de Facultad de Ciencias

6 horas semanales

Areas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Óptica, Acústica / Acusto-Óptica

**GESTIÓN ACADÉMICA****Delegado docente a la Comisión Académica de Posgrado de PEDECIBA, Área Física (03/2015 - 08/2019 )**

Universidad de la República, PEDECIBA Física

Participación en consejos y comisiones 2 horas semanales

**Delegado estudiantil a la Comisión Académica de Posgrado de PEDECIBA (09/2009 - 09/2010 )**

Universidad de la República - MEC, PEDECIBA Física

Participación en consejos y comisiones 1 horas semanales

**SECTOR EXTRANJERO/INTERNACIONAL/OTROS - ESCOCIA**

University of Aberdeen / Aberdeen Biomedical Imaging Centre

**VÍNCULOS CON LA INSTITUCIÓN****Funcionario/Empleado (06/2020 - 01/2022) Trabajo relevante**

Research Fellow 35 horas semanales

I was a Roland Sutton Academic Trust (RSAT) Research Fellow working on a 2 year-long project,

focused on developing a model of brain impaired functions in Alzheimer's disease from large-scale brain networks (rather than on existing diagnostic categories).

## ACTIVIDADES

### PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

#### **Roland Sutton Academy Trust (RSAT) - Brain Flexibility: a Non-invasive Biomarker for Resilience to Dementia (06/2020 - 01/2022 )**

The project is focused on developing a model of brain impaired functions in Alzheimer's disease, based on the large-scale brain networks, rather than on existing diagnostic categories. Brain networks will be defined by both functional and structural connectomes. The objective of the overall project is to develop novel neuroimaging-informed ways to classify Alzheimer's disease and mild cognitive impairment. Neuroimaging-defined connectomes will be linked to specific behavioural and cognitive scores. 3D structural imaging, diffusion tensor imaging and functional imaging (from resting condition) were already acquired.

40 horas semanales

Institute of Medical Sciences, University of Aberdeen , Aberdeen Biomedical Imaging Centre

Investigación

Integrante del Equipo

En Marcha

RRHH formados en el proyecto:

Especialización:1

Financiación:

University of Aberdeen, Escocia, Remuneración

Equipo: NICOLÁS RUBIDO , V. Vuksanovic (Responsable)

Palabras clave: Alzheimer Brain Connectivity Functional Networks MRI analyses Aberdeen

Biomedical Imaging Centre

Areas de conocimiento:

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

Ciencias Médicas y de la Salud / Biotecnología de la Salud / Biotecnología de la Salud / Magneto

Resonancia

Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Estadística y Probabilidad /

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

### CARGA HORARIA

Carga horaria de docencia: 5 horas

Carga horaria de investigación: 25 horas

Carga horaria de formación RRHH: 5 horas

Carga horaria de extensión: 5 horas

Carga horaria de gestión: 5 horas

## Producción científica/tecnológica

Las actividades de investigación que realizo se centran en la comprensión y predicción de los comportamientos emergentes en sistemas complejos. Entiendo por un sistema complejo a cualquier sistema que se compone de muchas unidades (componentes o subsistemas) que interactúan dinámicamente, cuyos comportamientos colectivos poseen propiedades emergentes (es decir, no son observados en la dinámica de las unidades aisladas) y se auto-organizan sin necesitar controladores externos o centralizados. Estos sistemas escapan al paradigma reduccionista (donde el todo se explica por medio de las partes individuales).

Por ejemplo, estudio luciérnagas gregarias (tesis de maestría en Física, 2008-2010), redes eléctricas o de transporte (tesis de doctorado en Física, 2011-2014), dinámicas caóticas (colaboraciones dentro del grupo de Física No Lineal al que pertenezco y con investigadores del exterior), el cerebro y las redes neuronales (colaboraciones con el Centro de Investigaciones Básicas en Psicología de la Facultad de Psicología y el Laboratorio de Neurobiología del Sueño de la Facultad de Medicina) y el clima y los eventos extremos (colaboración con el Departamento de Ciencias de la Atmósfera de la Facultad de Ciencias).

Mi investigación se enmarca dentro de lo que se conoce como los problemas de la Complejidad, una temática ya centenaria que demanda un enfoque interdisciplinar; no sólo porque su abordaje requiere aunar esfuerzos y enfoques multidisciplinares, sino porque los ejemplos de estos sistemas se encuentran naturalmente en distintas disciplinas. Hoy en día, el abordaje que ha tenido más éxito es el de las redes complejas. Las redes complejas corresponden con la representación topológica o

estructural de los sistemas complejos, donde los nodos de la red son las unidades y sus enlaces las interacciones entre las unidades. Por lo tanto, utilizando el marco de las redes complejas se intentan determinar los principios matemáticos y los mecanismos subyacentes que causan los comportamientos colectivos que emergen en los sistemas complejos.

Mi foco está en la comprensión de cómo se transmite o genera la energía y/o la información en los sistemas complejos, y cómo predecir la emergencia de las dinámicas sincronizadas y/o caóticas (2 dinámicas colectivas particulares). En este sentido, mis resultados abarcan temas que van desde las teorías de Probabilidad y Estadística y el Análisis de Datos, a la teoría de Grafos (redes complejas), la Información, y los Sistemas Dinámicos. Mi marco teórico para el estudio de los sistemas complejos es la relación estrecha existente entre la estructura de la red compleja (topología) y los comportamientos colectivos emergentes (dinámica) de dichos sistemas. Mis objetivos son: 1) poder delimitar las condiciones para predecir y explicar los comportamientos emergentes a partir de conocer la estructura de red del sistema (enfoque bottom-up), y 2) encontrar las condiciones dinámicas o experimentales que permiten inferir la estructura de la red subyacente a partir de (ingeniería inversa con) las observaciones de los comportamientos emergentes (enfoque top-down). Para alcanzar dichos objetivos, utilizo tanto modelos teóricos y numéricos de sistemas complejos paradigmáticos, como también experimentación y recolección/análisis de datos.

## Producción bibliográfica

### ARTÍCULOS PUBLICADOS

#### ARBITRADOS

##### **Introduction to Focus Issue: Data-driven models and analysis of complex systems (Completo, 2025)**

JOHANN H. MARTÍNEZ , KLAUS LEHNERTZ , NICOLÁS RUBIDO

Chaos An Interdisciplinary Journal of Nonlinear Science, v.: 35 p.:30401 2025

Palabras clave: Animal behavior Hydrology Financial economics Information and communication theory Machine learning Algebraic topology Network theory Diseases and conditions Markov processes Time series analysis

Areas de conocimiento:

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

Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Estadística y Probabilidad /

Medio de divulgación: Internet

Lugar de publicación: United states

Escrito por invitación

ISSN: 10541500

E-ISSN: 10897682

DOI: [10.1063/5.0263794](https://doi.org/10.1063/5.0263794)

<https://doi.org/10.1063/5.0263794>

This Focus Issue highlights recent advances in the study of complex systems, with a particular emphasis on data-driven research. Our editorial explores a diverse array of topics, including financial markets, electricity pricing, power grids, lasers, the Earth's climate, hydrology, neuronal assemblies and the brain, biomedicine, complex networks, real-world hypergraphs, animal behavior, and social media. This diversity underscores the broad applicability of complex systems research. Here, we summarize the published works under this Focus Issue, which employ state-of-the-art or novel methodologies in machine learning, higher-order correlations, control theory, embeddings, information theory, symmetry analysis, extreme event modeling, time series analysis, fractal techniques, Markov chains, and persistent homology, to name a few. These methods have substantially enhanced our understanding of the intricate dynamics of complex systems. Furthermore, the published works demonstrate the potential of data-driven approaches to revolutionize the study of complex systems, paving the way for future research directions and breakthroughs at the intersection of complexity science and the digital era of data.

WEB OF SCIENCE® Scopus®

##### **Including the Magnitude Variability of a Signal in the Ordinal Pattern Analysis (Completo, 2025)**

MELVYN TYLOO , JOAQUÍN GONZÁLEZ , NICOLÁS RUBIDO

Entropy, v.: 27 p.:840 2025

Palabras clave: ordinal patterns permutation entropysignal analysis feature extraction

Areas de conocimiento:

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

Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Estadística y Probabilidad / Análisis de datos

Ciencias Médicas y de la Salud / Medicina Básica / Neurociencias / Análisis de señales de electroencefalogramas (EEG) e imágenes funcionales (fMRI)

Medio de divulgación: Internet

Lugar de publicación: Switzerland

Escrito por invitación

E-ISSN: 10994300

DOI: [10.3390/e27080840](https://doi.org/10.3390/e27080840)

<https://doi.org/10.3390/e27080840>

One of the most popular and innovative methods to analyse signals is by using Ordinal Patterns (OPs). The OP encoding is based on transforming a (univariate) signal into a symbolic sequence of OPs, where each OP represents the number of permutations needed to order a small subset of the signal's magnitudes. This implies that OPs are conceptually clear, methodologically simple to implement, and robust to noise, and that they can be applied to short signals. Moreover, they simplify the statistical analyses that can be carried out on a signal, such as entropy and complexity quantifications. However, because of the relative ordering, information about the magnitude of the signal at each timestamp is lost—this being one of the major drawbacks of this method. Here, we propose a way to use the signal magnitudes discarded in the OP encoding as a complementary variable to its permutation entropy. To illustrate our approach, we analyse synthetic trajectories from logistic and Hénon maps—with and without added noise—and real-world signals, including intracranial electroencephalographic recordings from rats in different sleep-wake states and frequency fluctuations in power grids. Our results show that, when complementing the permutation entropy with the variability in the signal magnitudes, the characterisation of these signals is improved and the results remain explainable. This implies that our approach can be useful for feature engineering and improving AI classifiers, as typical machine learning algorithms need complementary signal features as inputs to improve classification accuracy.

WEB OF SCIENCE™ Scopus®

#### **Non-trivial generation and transmission of information in electronically designed logistic-map networks (Completo, 2025)**

CARACÉ GUTIÉRREZ, CABEZA, C.; Cecilia Cabeza, NICOLÁS RUBIDO

Chaos An Interdisciplinary Journal of Nonlinear Science, v.: 35 2025

Palabras clave: logistic map coupled map lattices chaotic dynamics information theory electrical circuits

Áreas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Materiales Condensados / Física No Lineal

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

Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Estadística y Probabilidad / Análisis de datos

Lugar de publicación: United states

ISSN: 10541500

E-ISSN: 10897682

DOI: [10.1063/5.0238711](https://doi.org/10.1063/5.0238711)

<https://doi.org/10.1063/5.0238711>

The logistic map became popular as a simplified discrete-time model for population growth, which was later used as an ecological model, an encryption machine, or a noise generator, to name a few. Despite its apparent simplicity (being one-dimensional, having a single parameter, and using a smooth quadratic function), as the population growth rate is increased, the map exhibits a broad range of dynamics, going through a bifurcation cascade with a fractal structure that takes the system from periodic to chaotic dynamics. Nowadays, coupled logistic maps are used to explain some collective behaviors emerging in networked systems, such as intermittence, synchronization, and hysteresis (the dependence of the state of the system on its past). Here, we use an electronic implementation of coupled logistic maps to study how information is generated and transmitted between the maps depending on the coupling configuration (the network). Our implementation has a large signal-to-noise ratio and allows us to control the parameters with precision, making our results robust. However, due to its design, it retains some parameter heterogeneity, which are features that are typically found in real-world coupled systems but are discarded in synthetic models.

WEB OF SCIENCE™ Scopus®

#### **Diversity-sensitive brain clocks linked to biophysical mechanisms in aging and dementia (Completo,**

2025)

CARLOS CORONEL-OLIVEROS, SEBASTIÁN MOGUILNER, HERNAN HERNANDEZ, JOSEPHINE CRUZAT, SANDRA BAEZ, VICENTE MEDEL, JHOSMARY CUADROS, HERNANDO SANTAMARIA-GARCIA, PEDRO A. VALDES-SOSA, FRANCISCO LOPERA, JOHN FREDY OCHOA-GÓMEZ, ALFREDIS GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ, JASMÍN BONILLA-SANTOS, RODRIGO A. GONZALEZ-MONTEALEGRE, TUBA AKTÜRK, EBRU YILDIRIM, RENATO ANGHINAH, AGUSTINA LEGAZ, SOL FITTIPALDI, GÖRSEV G. YENER, JAVIER ESCUDERO, CLAUDIO BABILONI, SUSANNA LOPEZ, ROBERT WHELAN, ALBERTO FERNÁNDEZ, DAVID HUEPE, GAETANO DI CATERINA, MARCIO SOTO-AÑARI, RAUL GONZALEZ-GOMEZ, EDUAR HERRERA, DANIEL ABASOLO, KERRY KILBORN, NICOLÁS RUBIDO, RUARIDH CLARK, RUBÉN HERZOG, DENIZ YERLIKAYA, BAHAR GÜNTEKIN, GUSTAVO DECO, PAVEL PRADO, MARIO A. PARRA, PATRICIO ORIO, ENZO TAGLIAZUCCHI, BRIAN LAWLOR, AGUSTIN IBANEZ

Nature Mental Health, v.: 3 p.:1214 - 1229, 2025

Palabras clave: brain clocks biological modelling dementia electroencephalography

Areas de conocimiento:

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

Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Estadística y Probabilidad / Análisis de datos

Ciencias Médicas y de la Salud / Medicina Básica / Neurociencias / Análisis de señales de electroencefalogramas (EEG) e imágenes funcionales (fMRI)

Medio de divulgación: Internet

E-ISSN: 27316076

DOI: [10.1038/s44220-025-00502-7](https://doi.org/10.1038/s44220-025-00502-7)

<https://doi.org/10.1038/s44220-025-00502-7>

Brain clocks track the deviations between predicted brain age and chronological age (brain age gaps, BAGs). These BAGs can be used to measure accelerated aging, monitoring deviations from the healthy brain trajectories associated with brain diseases and different cumulative burdens. However, the underlying biophysical mechanisms associated with BAGs in aging and dementia remain unclear. Here we combine source space connectivity (via electroencephalography) with generative brain modeling in healthy controls from the global south and north, alongside patients with Alzheimer's disease and behavioral variant frontotemporal dementia (bvFTD) (N = 1,399). BAGs in aging were influenced by geography (south > north), income (low > high), sex (female > male) and education (low > high), with larger BAGs in patients, especially females, with Alzheimer's disease. Biophysical modeling revealed BAGs related to hyperexcitability and structural disintegration in aging, while hypoexcitability and severe disintegration were linked to dementia. Our work sheds light on the biophysical mechanisms of accelerated aging and dementia in diverse populations.

WEB OF SCIENCE™ Scopus 

### **Lyapunov exponents and extensivity of strongly coupled chaotic maps in regular graphs (Completo, 2024)**

Juan Gancio, NICOLÁS RUBIDO

Chaos Solitons & Fractals, v.: 178 11439, p.:1 - 9, 2024

Palabras clave: Coupled maps Regular graphs Extensivity Lyapunov exponents

Areas 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 / Matemáticas / Matemática Aplicada / Redes Complejas/Teoría de Grafos

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

Medio de divulgación: Internet

ISSN: 09600779

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chaos.2023.114392>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960077923012948?via%3Dihub>

In Thermodynamics and Statistical Physics, a system's property is extensive when it grows with the system size. When it happens, the system can be decomposed into separate components, which has been done in many systems with weakly interacting components, such as for various gas models. Similarly, Ruelle conjectured 40 years ago that the Lyapunov exponents (LEs) of some sufficiently large chaotic systems are extensive, which led to study the extensivity properties of chaotic

systems with strong interactions. Because of the complexities in these systems, most results achieved so far are restricted to numerical simulations. Here, we derive closed-form expressions for the LEs and entropy rate of coupled maps in finite- and infinite-sized regular graphs, according to the coupling strength, map's chaoticity, and graph's spectral properties. We show that this type of system has either 4 or 5 cases for the LEs, depending on the graph's extreme Laplacian eigenvalues. These cases represent qualitatively different collective behaviours emerging in parameter space, including chaotic synchronisation (negative LEs) and incoherent chaos (positive LEs). From the entropy rate, we show that the ring and complete graphs (nearest-neighbour and all-to-all couplings, respectively) are extensive in all parameter regions outside the chaotic synchronisation region. Although our derivations are restricted to one-dimensional maps with constant positive derivative (i.e., chaotic), our approach can be used to find LE and entropy rates for other regular graphs (such as for cyclic graphs) or be the basis for tackling small world graphs via perturbative methods.

WEB OF SCIENCE™ Scopus 

#### **Dorsal and median raphe neuronal firing dynamics characterized by nonlinear measures (Completo, 2024)**

PASCOVICH C , Diego Serantes , RODRÍGUEZ-CATTÁNEO, A , Diego Mateos , Joaquin Gonzalez , Diego Gallo Alfonso , RIVAS, M. , Devera A. , LAGOS, P. , NICOLÁS RUBIDO , TORTEROLO P  
PLoS Computational Biology, v.: 20 e1012111 5, p.:1 - 22, 2024

Areas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Estadística y Probabilidad / Análisis de datos  
Ciencias Médicas y de la Salud / Medicina Básica / Neurociencias / Análisis de señales de electroencefalogramas (EEG) e imágenes funcionales (fMRI)

Medio de divulgación: Internet

ISSN: 1553734X

E-ISSN: 15537358

DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1012111>

<https://journals.plos.org/ploscompbiol/article?id=10.1371/journal.pcbi.1012111>

The spiking activity of neurons in a certain population can be characterized by different measures. Classic methods to do this characterization are the firing rate, which is the number of spikes per second, the action potential duration, which measures the duration of the spike, and the coefficient of variation, which quantifies the regularity in the inter-spike intervals. In this work, we tested these linear methods and added three different measures of complexity to characterize the neuronal activity of two groups of neurons in the rat: the dorsal and median raphe. These nonlinear measures quantify the degree of uncertainty or average information in the sequence of inter-spike intervals, and are called Shannon entropy (Bins Entropy), Permutation entropy (OP Entropy), and Permutation Lempel-Ziv Complexity (PLZC). We found that only the OP Entropy was sensitive to the different activity from the DRN and MRN neurons. Additionally, OP Entropy has either a weak or no relationship with the rest of the measures tested, providing complementary information to the characterization of the neuronal activity. We also show that OP Entropy is unaffected by other patterns in the signal, like rhythmicity or burst patterns, concluding that OP Entropy is a good measure to characterize the neuronal activity.

WEB OF SCIENCE™ Scopus 

#### **Functional ultrasound and brain connectivity reveal central nervous system compromise in Trembler-J mice model of Charcot-Marie-Tooth disease (Completo, 2024)**

MAXIMILIANO ANZIBAR FIALHO , MARIANA MARTÍNEZ BARREIRO , LUCIA VÁZQUEZ ALBERDI , JUAN PABLO DAMIÁN , MARIA VITTORIA DI TOMASO , JÉRÔME BARANGER , MICKAEL TANTER , MIGUEL CALERO , CARLOS NEGREIRA , NICOLÁS RUBIDO , ALEJANDRA KUN , JAVIER BRUM

Scientific Reports, v.: 14 30073, p.:1 - 11, 2024

Areas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Estadística y Probabilidad / Análisis de datos  
Ciencias Médicas y de la Salud / Medicina Básica / Neurociencias / Análisis de señales de electroencefalogramas (EEG) e imágenes funcionales (fMRI)


Medio de divulgación: Internet

Lugar de publicación: United kingdom

E-ISSN: 20452322

DOI: [10.1038/s41598-024-80022-z](https://doi.org/10.1038/s41598-024-80022-z)

<https://doi.org/10.1038/s41598-024-80022-z>

WEB OF SCIENCE™ Scopus 

**Brain clocks capture diversity and disparities in aging and dementia across geographically diverse**

### populations (Completo, 2024)

SEBASTIAN MOGUILNER , SANDRA BAEZ , HERNAN HERNANDEZ , JOAQUÍN MIGEOT , AGUSTINA LEGAZ , RAUL GONZALEZ-GOMEZ , FRANCESCA R. FARINA , PAVEL PRADO , JHOSMARY CUADROS , ENZO TAGLIAZUCCHI , FLORENCIA ALTSCHULER , MARCELO ADRIÁN MAITO , MARÍA E. GODOY , JOSEPHINE CRUZAT , PEDRO A. VALDES-SOSA , FRANCISCO LOPERA , JOHN FREDY OCHOA-GÓMEZ , ALFREDIS GONZALEZ HERNANDEZ , JASMIN BONILLA-SANTOS , RODRIGO A. GONZALEZ-MONTEALEGRE , RENATO ANGHINAH , LUÍS E. D'ALMEIDA MANFRINATI , SOL FITTIPALDI , VICENTE MEDEL , DANIELA OLIVARES , GÖRSEV G. YENER , JAVIER ESCUDERO , CLAUDIO BABILONI , ROBERT WHELAN , BAHAR GÜNTEKIN , HARUN YIRIKO?ULLARI , HERNANDO SANTAMARIA-GARCIA , ALBERTO FERNÁNDEZ LUCAS , DAVID HUEPE , GAETANO DI CATERINA , MARCIO SOTO-AÑARI , AGUSTINA BIRBA , AGUSTIN SAINZ-BALLESTEROS , CARLOS CORONEL-OLIVEROS , AMANUEL YIGEZU , EDUAR HERRERA , DANIEL ABASOLO , KERRY KILBORN , NICOLÁS RUBIDO , RUARIDH A. CLARK , RUBEN HERZOG , DENIZ YERLIKAYA , KUN HU , MARIO A. PARRA , PABLO REYES , ADOLFO M. GARCÍA , DIANA L. MATAALLANA , JOSÉ ALBERTO AVILA-FUNES , ANDREA SLACHEVSKY , MARÍA I. BEHRENS , NILTON CUSTODIO , JUAN F. CARDONA , PABLO BARTTFELD , IGNACIO L. BRUSCO , MARTÍN A. BRUNO , ANA L. SOSA ORTIZ , STEFANIE D. PINA-ESCUADERO , LEONEL T. TAKADA , ELISA RESENDE , KATHERINE L. POSSIN , MAIRA OKADA DE OLIVEIRA , ALEJANDRO LOPEZ-VALDES , BRIAN LAWLOR , IAN H. ROBERTSON , KENNETH S. KOSIK , CLAUDIA DURAN-ANIOTZ , VICTOR VALCOUR , JENNIFER S. YOKOYAMA , BRUCE MILLER , AGUSTIN IBANEZ

Nature Medicine, 2024

Areas de conocimiento:

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

Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Estadística y Probabilidad / Análisis de datos

Ciencias Médicas y de la Salud / Medicina Básica / Neurociencias / Análisis de señales de electroencefalogramas (EEG) e imágenes funcionales (fMRI)

Medio de divulgación: Internet

Lugar de publicación: United kingdom

ISSN: 10788956

E-ISSN: 17447933

DOI: [10.1038/s41591-024-03209-x](https://doi.org/10.1038/s41591-024-03209-x)

<https://doi.org/10.1038/s41591-024-03209-x>

Brain clocks, which quantify discrepancies between brain age and chronological age, hold promise for understanding brain health and disease. However, the impact of diversity (including geographical, socioeconomic, sociodemographic, sex and neurodegeneration) on the brain-age gap is unknown. We analyzed datasets from 5,306 participants across 15 countries (7 Latin American and Caribbean countries (LAC) and 8 non-LAC countries). Based on higher-order interactions, we developed a brain-age gap deep learning architecture for functional magnetic resonance imaging (2,953) and electroencephalography (2,353). The datasets comprised healthy controls and individuals with mild cognitive impairment, Alzheimer disease and behavioral variant frontotemporal dementia. LAC models evidenced older brain ages (functional magnetic resonance imaging: mean directional error=?5.60, root mean square error (r.m.s.e.)=?11.91; electroencephalography: mean directional error=?5.34, r.m.s.e.?=?9.82) associated with frontoposterior networks compared with non-LAC models. Structural socioeconomic inequality, pollution and health disparities were influential predictors of increased brain-age gaps, especially in LAC ( $R^2=?0.37$ ,  $F^2=?0.59$ , r.m.s.e.?=?6.9). An ascending brain-age gap from healthy controls to mild cognitive impairment to Alzheimer disease was found. In LAC, we observed larger brain-age gaps in females in control and Alzheimer disease groups compared with the respective males. The results were not explained by variations in signal quality, demographics or acquisition methods. These findings provide a quantitative framework capturing the diversity of accelerated brain aging.

WEB OF SCIENCE® Scopus 

### Brain health in diverse settings: How age, demographics and cognition shape brain function (Completo, 2024)

HERNAN HERNANDEZ , SANDRA BAEZ , VICENTE MEDEL , SEBASTIAN MOGUILNER , JHOSMARY CUADROS , HERNANDO SANTAMARIA-GARCIA , ENZO TAGLIAZUCCHI , PEDRO A. VALDES-SOSA , FRANCISCO LOPERA , JOHN FREDY OCHOAGÓMEZ , ALFREDIS GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ , JASMIN BONILLA-SANTOS , RODRIGO A. GONZALEZ-MONTEALEGRE , TUBA AKTÜRK , EBUR YILDIRIM , RENATO ANGHINAH , AGUSTINA LEGAZ , SOL FITTIPALDI , GÖRSEV G. YENER , JAVIER ESCUDERO , CLAUDIO BABILONI , SUSANNA LOPEZ , ROBERT WHELAN , ALBERTO A FERNÁNDEZ LUCAS , ADOLFO M. GARCÍA , DAVID HUEPE , GAETANO DI CATERINA , MARCIO SOTO-AÑARI , AGUSTINA BIRBA , AGUSTIN

SAINZ-BALLESTEROS, CARLOS CORONEL, EDUAR HERRERA, DANIEL ABASOLO, KERRY KILBORN, NICOLÁS RUBIDO, RUARIDH CLARK, RUBEN HERZOG, DENIZ YERLIKAYA, BAHAR GÜNTEKIN, MARIO A. PARRA, PAVEL PRADO, AGUSTIN IBANEZ  
NeuroImage, v.: 295 p.:120636 2024

Areas de conocimiento:

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

Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Estadística y Probabilidad / Análisis de datos

Ciencias Médicas y de la Salud / Medicina Básica / Neurociencias / Análisis de señales de electroencefalogramas (EEG) e imágenes funcionales (fMRI)

Medio de divulgación: Internet

Lugar de publicación: United states

ISSN: 10538119

E-ISSN: 10959572

DOI: [10.1016/j.neuroimage.2024.120636](https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2024.120636)

<https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2024.120636>

Diversity in brain health is influenced by individual differences in demographics and cognition. However, most studies on brain health and diseases have typically controlled for these factors rather than explored their potential to predict brain signals. Here, we assessed the role of individual differences in demographics (age, sex, and education;  $n = 1298$ ) and cognition ( $n = 725$ ) as predictors of different metrics usually used in case-control studies. These included power spectrum and aperiodic ( $1/f$  slope, knee, offset) metrics, as well as complexity (fractal dimension estimation, permutation entropy, Wiener entropy, spectral structure variability) and connectivity (graph-theoretic mutual information, conditional mutual information, organizational information) from the source space resting-state EEG activity in a diverse sample from the global south and north populations. Brain-phenotype models were computed using EEG metrics reflecting local activity (power spectrum and aperiodic components) and brain dynamics and interactions (complexity and graph-theoretic measures). Electrophysiological brain dynamics were modulated by individual differences despite the varied methods of data acquisition and assessments across multiple centers, indicating that results were unlikely to be accounted for by methodological discrepancies. Variations in brain signals were mainly influenced by age and cognition, while education and sex exhibited less importance. Power spectrum activity and graph-theoretic measures were the most sensitive in capturing individual differences. Older age, poorer cognition, and being male were associated with reduced alpha power, whereas older age and less education were associated with reduced network integration and segregation. Findings suggest that basic individual differences impact core metrics of brain function that are used in standard case-control studies. Considering individual variability and diversity in global settings would contribute to a more tailored understanding of brain function.

WEB OF SCIENCE™ Scopus 

### **In Vivo Ultrafast Doppler Imaging Combined with Confocal Microscopy and Behavioral Approaches to Gain Insight into the Central Expression of Peripheral Neuropathy in Trembler-J Mice (Completo, 2023)**

Mariana Martínez Barreiro, VÁZQUEZ ALBERDI, L., Lucila De León, Guadalupe Avellanal, Duarte, A, Maximiliano Anzibar Fialho, Jérôme Baranger, MIGUEL CALERO, NICOLÁS RUBIDO, MIKAEL TANTER, C. NEGREIRA y Carlos Negreira y C.A. Negreira, J. BRUM, DAMIÁN J.P., KUN A.

Biology, v.: 12 10, p.:1 - 15, 2023

Palabras clave: Ultrafast Power Doppler Scanning Laser Confocal Microscopy Behavioral tests

Trembler-J CMT1E anxiety hippocampi

Areas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Biológicas / Ciencias Biológicas /

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Biológicas / Biología Celular, Microbiología / Neurobiología

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Óptica, Acústica / Ultrasonido

Medio de divulgación: Internet

E-ISSN: 20797737

DOI: <https://doi.org/10.3390/biology12101324>

<https://doi.org/10.3390/biology12101324>

In this work, we explore the central compromise in TrJ/+ mice, a model for the peripheral neuropathy Charcot-Marie-Tooth, using three different approximations: Ultrafast Doppler, Confocal Microscopy, and behavioral tests, exposing alterations in the brain vasculature, as well as an anxiety-like behavior. Hemodynamic changes recorded in vivo, associated with vascular volume modulation, together with behavioral alterations in the TrJ/+ model, account for a functional-structural-behavioral profile that demonstrates vascular/central involvement of the disease.

**Sleep disrupts complex spiking dynamics in the neocortex and hippocampus (Completo, 2023)**

Joaquin Gonzalez , CAVELLI M. , Adriano B. L. Tort , TORTEROLO P , NICOLÁS RUBIDO  
 PLoS ONE, v.: 18 e0290146 8, p.:1 - 21, 2023

Palabras clave: Sleep-Wake Cycle Neuronal Dynamics Recurrent Quantification Analysis Critical Phenomena EEG LFP

Areas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Biológicas / Biofísica / Cronobiología  
 Ciencias Médicas y de la Salud / Medicina Básica / Fisiología / Polisomnografía  
 Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Materiales Condensados / Fenomenos Criticos

Medio de divulgación: Internet

E-ISSN: 19326203

DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0290146>

<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0290146>

Neuronal interactions give rise to complex dynamics in cortical networks, often described in terms of the diversity of activity patterns observed in a neural signal. Interestingly, the complexity of spontaneous electroencephalographic signals decreases during slow-wave sleep (SWS); however, the underlying neural mechanisms remain elusive. Here, we analyse in-vivo recordings from neocortical and hippocampal neuronal populations in rats and show that the complexity decrease is due to the emergence of synchronous neuronal DOWN states. Namely, we find that DOWN states during SWS force the population activity to be more recurrent, deterministic, and less random than during REM sleep or wakefulness, which, in turn, leads to less complex field recordings. Importantly, when we exclude DOWN states from the analysis, the recordings during wakefulness and sleep become indistinguishable: the spiking activity in all the states collapses to a common scaling. We complement these results by implementing a critical branching model of the cortex, which shows that inducing DOWN states to only a percentage of neurons is enough to generate a decrease in complexity that replicates SWS.

**Data driven models of the Madden-Julian Oscillation: understanding its evolution and ENSO modulation (Completo, 2023)** Trabajo relevante

Nicolás Díaz , MARCELO BARREIRO , NICOLÁS RUBIDO

npj Climate and Atmospheric Science, v.: 6 203 , p.:1 - 12, 2023

Palabras clave: Sparse Identification Nonlinear Dynamics daily-mean outgoing longwave radiation Madden-Julian Oscillation ENSO modulation Diagnostic analysis

Areas de conocimiento:

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 / Meteorología y Ciencias Atmosféricas /

Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Matemática Aplicada / Optimizacion

Medio de divulgación: Internet

E-ISSN: 23973722

DOI: <https://doi.org/10.1038/s41612-023-00527-8>

<https://www.nature.com/articles/s41612-023-00527-8>

Understanding the physical mechanisms of the Madden-Julian Oscillation (MJO) and its evolution is a major concern within the climate community. Its main importance relies on its ability to act as a source of predictability within the intra-seasonal time-scale in tropical and extratropical regions, therefore filling the gap between weather and climate forecasts. However, most atmospheric general circulation models fail to correctly represent MJO's evolution, and their prediction skills are still far from MJO's theoretical predictability. In this work we infer low dimensional models of the MJO from data by applying a recently developed machine learning technique, the Sparse Identification of Non-linear Dynamics (SINDy). We use the daily-mean outgoing longwave radiation MJO index (OMI) as input data to infer bi-dimensional climatological models of the MJO, and analyse the inferred models during El Niño and La Niña years. This approach allows us to diagnose the MJO's behaviour in OMI's phase space. Our results show that MJO can be most frequently represented by a harmonic oscillator, which represents the MJO's eastward propagation and characteristic period. Upon this basic oscillatory behaviour, we find that small non-linear corrections play a fundamental role in representing MJO's non-uniform speed of propagation, explaining its acceleration over the Pacific Ocean region. Particularly, we find that MJO's evolution is most frequently non-linear [linear] during El Niño [La Niña] years. Overall, our work shows that SINDy can robustly model MJO's evolution as a linear oscillator with small non-linear corrections,

contributing to understand the MJO's dynamics and dependency on El Niño-Southern Oscillation.



### **Genetic basis of anatomical asymmetry and aberrant dynamic functional networks in Alzheimer's disease (Completo, 2023)**

NICOLÁS RUBIDO , Gernot Riedel , Vesna Vuksanovi?

Brain Communications, v.: fcad320 2023

Palabras clave: Dynamic Functional Connectivity Genetic Risk Cholinergic Pathway Alzheimer's disease

Areas de conocimiento:

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

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

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

Medio de divulgación: Internet

E-ISSN: 26321297

DOI: <https://doi.org/10.1093/braincomms/fcad320>

<https://academic.oup.com/braincomms/advance-article/doi/10.1093/braincomms/fcad320/7458117?login=true>

Genetic associations with macroscopic brain networks can provide insights into healthy and aberrant cortical connectivity in disease. However, associations specific to dynamic functional connectivity in Alzheimer's disease are still largely unexplored. Understanding the association between gene expression in the brain and functional networks may provide useful information about the molecular processes underlying variations in impaired brain function. Given the potential of dynamic functional connectivity to uncover brain states associated with Alzheimer's disease, it is interesting to ask: How does gene expression associated with Alzheimer's disease map onto the dynamic functional brain connectivity? If genetic variants associated with neurodegenerative processes involved in Alzheimer's disease are to be correlated with brain function, it is essential to generate such a map. Here, we investigate how the relation between gene expression in the brain and dynamic functional connectivity arises from nodal interactions, quantified by their role in network centrality (i.e., the drivers of the metastability), and the principal component of genetic co-expression across the brain. Our analyses include genetic variations associated with Alzheimer's disease and also genetic variants expressed within the cholinergic brain pathways. Our findings show that contrasts in metastability of functional networks between Alzheimer's and healthy individuals can in part be explained by the two combinations of genetic co-variations in the brain with the confidence interval between 72% and 92%. The highly central nodes, driving the brain aberrant metastable dynamics in Alzheimer's disease, highly correlate with the magnitude of variations from two combinations of genes expressed in the brain. These nodes include mainly the white matter, parietal and occipital brain regions, each of which (or their combinations) are involved in impaired cognitive function in Alzheimer's disease. In addition, our results provide evidence of the role of genetic associations across brain regions in asymmetric changes in ageing. We validated our findings on the same cohort using alternative brain parcellation methods. This work demonstrates how genetic variations underpin aberrant dynamic functional connectivity in Alzheimer's disease.



### **Critical parameters of the synchronisation's stability for coupled maps in regular graphs (Completo, 2022)**

**Trabajo relevante**

JUAN GANCIO , NICOLÁS RUBIDO

Chaos Solitons & Fractals, v.: 158 112001 , p.:1 - 11, 2022

Palabras clave: Coupled Maps Cyclic Graphs Synchronisation

Areas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Ciencias Físicas / Física No Lineal

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

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

Medio de divulgación: Internet

ISSN: 09600779

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chaos.2022.112001>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960077922002119?via%3Dihub>  
Coupled Map Lattice (CML) models are particularly suitable to study spatially extended behaviours, such as wave-like patterns, spatio-temporal chaos, and synchronisation. Complete synchronisation in CMLs emerges when all maps have their state variables with equal magnitude, forming a spatially-uniform pattern that evolves in time. Here, we derive critical values for the parameters? coupling strength, maximum Lyapunov exponent, and link density? that control the

synchronisation-manifold's linear stability of diffusively-coupled, identical, chaotic maps in generic regular graphs (i.e., graphs with uniform node degrees) and class-specific cyclic graphs (i.e., periodic lattices with cyclical node permutation symmetries). Our derivations are based on the Laplacian matrix eigenvalues, where we give closed-form expressions for the smallest non-zero eigenvalue and largest eigenvalue of regular graphs and show that these graphs can be classified into two sets according to a topological condition (derived from the stability analysis). We also make derivations for two classes of cyclic graph:  $k$ -cycles (i.e., regular lattices of even degree  $k$ , which can be embedded in  $T^k$  tori) and  $k$ -Möbius ladders, which we introduce here to generalise the Möbius ladder of degree  $k = 3$ . Our results highlight differences in the synchronisation manifold's stability of these graphs ? even for identical node degrees ? in the finite size and infinite size limit.

WEB OF SCIENCE™ Scopus 

### **Intensity distribution segmentation in Ultrafast Doppler and Scanning Laser Confocal Microscopy for assessing vascular changes associated with ageing in murine hippocampi (Completo, 2022)**

Maximiliano Anzibar Fialho , VÁZQUEZ ALBERDI, L. , Mariana Martínez , Miguel Calero , Jerome Baranger , Mickael Tanter , DAMIÁN J.P. , C. NEGREIRA y Carlos Negreira y C.A. Negreira , NICOLÁS RUBIDO , KUN A. , J. BRUM

Scientific Reports, v.: 12 6784 , p.:1 - 10, 2022

Palabras clave: Ultrafast Doppler Scanning Laser Confocal Microscopy Murine Hippocampi Vasculature

Areas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Óptica, Acústica / Ultrasonido

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Biológicas / Biología Celular, Microbiología / Vasculatura Cerebral

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

Medio de divulgación: Internet

E-ISSN: 20452322

DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-022-10457-9>

<https://www.nature.com/articles/s41598-022-10457-9>

The hippocampus plays an important role in learning and memory, requiring high-neuronal oxygenation. Understanding the relationship between blood flow and vascular structure?and how it changes with ageing?is physiologically and anatomically relevant. Ultrafast Doppler (?Doppler) and scanning laser confocal microscopy (SLCM) are powerful imaging modalities that can measure in vivo cerebral blood volume (CBV) and post mortem vascular structure, respectively. Here, we apply both imaging modalities to a cross-sectional and longitudinal study of hippocampi vasculature in wild-type mice brains. We introduce a segmentation of CBV distribution obtained from ?Doppler and show that this mice-independent and mesoscopic measurement is correlated with vessel volume fraction (VVF) distribution obtained from SLCM?e.g., high CBV relates to specific vessel locations with large VVF. Moreover, we find significant changes in CBV distribution and vasculature due to ageing (5 vs. 21 month-old mice), highlighting the sensitivity of our approach. Overall, we are able to associate CBV with vascular structure?and track its longitudinal changes?at the artery-vein, venules, arteriole, and capillary levels. We believe that this combined approach can be a powerful tool for studying other acute (e.g., brain injuries), progressive (e.g., neurodegeneration) or induced pathological changes.

WEB OF SCIENCE™ Scopus 

### **Low Frequency Oscillations drive EEG's complexity changes during wakefulness and sleep (Completo, 2022)**

JOAQUIN GONZALEZ , Diego Mateos , CAVELLI M. , MONDINO, A. , PASCOVICH C , TORTEROLO P , NICOLÁS RUBIDO

Neuroscience, v.: 494 p.:1 - 11, 2022

Palabras clave: EEG Sleep-Wake cycle Low Frequency Oscillations

Areas de conocimiento:

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

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Ciencias Físicas / Análisis de Datos

Medio de divulgación: Internet

ISSN: 03064522

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2022.04.025>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306452222002214>

Recently, the sleep-wake states have been analysed using novel complexity measures, complementing the classical analysis of EEGs by frequency bands. This new approach consistently shows a decrease in EEG's complexity during slow-wave sleep, yet it is unclear how cortical oscillations shape these complexity variations. In this work, we analyse how the frequency content of brain signals affects the complexity estimates in freely moving rats. We find that the low-

frequency spectrum ? including the Delta, Theta, and Sigma frequency bands ? drives the complexity changes during the sleep-wake states. This happens because low-frequency oscillations emerge from neuronal population patterns, as we show by recovering the complexity variations during the sleep-wake cycle from micro, meso, and macroscopic recordings. Moreover, we find that the lower frequencies reveal synchronisation patterns across the neocortex, such as a sensory-motor decoupling that happens during REM sleep. Overall, our works shows that EEG's low frequencies are critical in shaping the sleep-wake states? complexity across cortical scales.

WEB OF SCIENCE™ Scopus 

### **Importance of Numerical Implementation and Clustering Analysis in Force-Directed Algorithms for Accurate Community Detection (Completo, 2022)**

Alessandra M. M. M. Gouvêa , NICOLÁS RUBIDO , Elbert E. N. Macau , Marcos G. Quiles  
Applied Mathematics and Computation, v.: 431 127310 , p.:1 - 21, 2022

Palabras clave: Complex Networks Community Detection Force-Directed Algorithms Clustering Analysis

Areas de conocimiento:

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

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

Medio de divulgación: Internet

ISSN: 00963003

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.amc.2022.127310>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0096300322003848?via%3Dihub>

Real-world networks show community structures ? groups of nodes that are densely intra-connected and sparsely inter-connected to other groups. Nevertheless, Community Detection (CD) is non-trivial, since identifying these groups of nodes according to their local connectivity can hold many plausible solutions, leading to the creation of different methods. In particular, CD has recently been achieved by Force-Directed Algorithms (FDAs), which originally were designed as a way to visualise networks. FDAs map the network nodes as particles in a -dimensional space that are affected by forces acting in accordance to the connectivity. However, the literature on FDA-based methods for CD has grown in parallel from the classical methods, leaving several open questions, such as how accurately FDAs can recover communities compared to classical methods. In this work, we start to fill these gaps by evaluating different numerical implementations of 5 FDA methods and different clustering analyses on state-of-the-art network benchmarks ? including networks with or without weights and networks with a hierarchical organisation. We also compare these results with 8, well-known, classical CD methods. Our findings show that FDA methods can achieve higher accuracy than classical methods, albeit their effectiveness depends on the chosen setting ? with optimisation techniques leading over numerical integration and distance-based clustering algorithms leading over density-based ones. Overall, our work provides detailed information for any researcher aiming to apply FDAs for community detection.

WEB OF SCIENCE™ Scopus 

### **EEG gamma band alterations and REM-like traits underpin the acute effect of the atypical psychedelic Ibogaine in the rat (Completo, 2021)**

JOAQUIN GONZALEZ , CAVELLI M. , CASTRO, S , MONDINO, A. , NICOLÁS RUBIDO , Adriano B. L. Tort , CARRERA, I. , TORTEROLO P

ACS Pharmacology & Translational Science, v.: 4 2, p.:517 - 522, 2021

Palabras clave: Entropy Central Nervous System Oscillations Power Spectrum EEG

Areas de conocimiento:

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

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

Medio de divulgación: Internet

E-ISSN: 25759108

DOI: <https://doi.org/10.1021/acsptsci.0c00164>

<https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acsptsci.0c00164>

Ibogaine is a psychedelic alkaloid that has attracted large scientific interest because of its antiaddictive properties in observational studies in humans as well as in animal models. Its subjective effect has been described as intense, vivid dream-like experiences occurring while awake; hence, ibogaine is often referred to as an oneirogenic psychedelic. While this unique dream-like profile has been hypothesized to aid the antiaddictive effects, the electrophysiological signatures of this psychedelic state remain unknown. We previously showed in rats that ibogaine promotes a waking state with abnormal motor behavior along with a decrease in NREM and REM sleep. Here, we performed an in-depth analysis of the intracranial electroencephalogram during ? ibogaine wakefulness?. We found that ibogaine induces gamma oscillations that, despite having

larger power than control levels, are less coherent and less complex. Further analysis revealed that this profile of gamma activity compares to that of natural REM sleep. Thus, our results provide novel biological evidence for the association between the psychedelic state and REM sleep, contributing to the understanding of the brain mechanisms associated with the oneirogenic psychedelic effect of ibogaine.

WEB OF SCIENCE™ Scopus 

### **Finding the resistance distance and eigenvector centrality from the network's eigenvalues (Completo, 2021)**

CARACÉ GUTIÉRREZ, JUAN GANCIO, CABEZA, C., NICOLÁS RUBIDO

Physica A Statistical Mechanics and its Applications, v.: 569 125751, 2021

Palabras clave: Resistor Networks Resistance Distance Eigenvector Centrality Eigenvalue spectra Brain Networks

Areas de conocimiento:

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

Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Matemática Pura / Álgebra Lineal

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Ciencias Físicas / Sistemas Complejos

Medio de divulgación: Internet

ISSN: 03784371

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.physa.2021.125751>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378437121000236>

There are different measures to classify a network's data set that, depending on the problem, have different success rates. For example, the resistance distance and eigenvector centrality measures have been successful in revealing ecological pathways and differentiating between biomedical images of patients with Alzheimer's disease, respectively. The resistance distance measures an effective distance between two nodes of a network taking into account all possible shortest paths between them and the eigenvector centrality measures the relative importance of each node in a network. However, both measures require knowing the network's eigenvalues and eigenvectors. Here, we show that we can closely approximate [find exactly] the resistance distance [eigenvector centrality] of a network only using its eigenvalue spectra, where we illustrate this by experimenting on resistor circuits, real neural networks (weighted and unweighted), and paradigmatic network models: scale-free, random, and small-world networks. Our results are supported by analytical derivations, which are based on the eigenvector-eigenvalue identity. Since the identity is unrestricted to the resistance distance or eigenvector centrality measures, it can be applied to most problems requiring the calculation of eigenvectors.

WEB OF SCIENCE™ Scopus 

### **Small-worldness favours network inference in synthetic neural networks (Completo, 2020)**

RODRIGO A. GARCIA, MARTI, ARTURO C., CABEZA, C.; Cecilia Cabeza, NICOLÁS RUBIDO

Scientific Reports, v.: 10 1, p.:1 - 10, 2020

Palabras clave: Network inference Small-worldness neural systems

Areas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Ciencias Físicas / Sistemas Complejos

Medio de divulgación: Internet

Lugar de publicación: <https://www.nature.com/articles/s41598-020-59198-7>

E-ISSN: 20452322

A main goal in the analysis of a complex system is to infer its underlying network structure from time-series observations of its behaviour. The inference process is often done by using bi-variate similarity measures, such as the cross-correlation (CC) or mutual information (MI), however, the main factors favouring or hindering its success are still puzzling. Here, we use synthetic neuron models in order to reveal the main topological properties that frustrate or facilitate inferring the underlying network from CC measurements. Specifically, we use pulse-coupled Izhikevich neurons connected as in the *Caenorhabditis elegans* neural networks as well as in networks with similar randomness and small-worldness. We analyse the effectiveness and robustness of the inference process under different observations and collective dynamics, contrasting the results obtained from using membrane potentials and inter-spike interval time-series. We find that overall, small-worldness favours network inference and degree heterogeneity hinders it. In particular, success rates in *C. elegans* networks that combine small-world properties with degree heterogeneity are closer to success rates in Erdős-Rényi network models rather than those in Watts-Strogatz network models. These results are relevant to understand better the relationship between topological properties and function in different neural networks.

WEB OF SCIENCE™ Scopus

### **Observation of bifurcations and hysteresis in experimentally coupled logistic maps (Completo, 2020)**

CARACÉ GUTIÉRREZ , CABEZA, C. , NICOLÁS RUBIDO

Pramana, v.: 3 1, p.:21 - 30, 2020

Palabras clave: Logistic Map Bifurcations Hysteresis Kaneko Coupling Experimental circuit implementation

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 / Sistemas Complejos

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Ciencias Físicas / Circuitos no lineales

Medio de divulgación: Internet

Escrito por invitación

ISSN: 03044289

E-ISSN: 09737111

DOI: [DOI: 10.29195/iascs.03.01.0007](https://doi.org/10.29195/iascs.03.01.0007)

Initially, the logistic map became popular as a simplified model for population growth. In spite of its apparent simplicity, as the population growth-rate is increased the map exhibits a broad range of dynamics, which include bifurcation cascades going from periodic to chaotic solutions. Moreover, the study of coupled maps allows to identify other qualitative changes in the collective dynamics, such as hysteresis. Particularly, hysteresis is the appearance of different attracting sets, one when the control parameter is increased and another one when it is decreased; that is, a multi-stable region. In this work, we present an experimental study on the bifurcations and hysteresis of nearly identical, coupled, logistic maps. Our logistic maps are an electronic system that has a discrete-time evolution with a high signal-to-noise ratio ( $\approx 10^6$ ), resulting in easy, precise, and reliable experimental manipulations, which include the design of a modifiable diffusive coupling configuration circuit. We find that the characterisations of the isolated and coupled logistic-maps' dynamics agrees excellently with the theoretical and numerical predictions (such as the critical bifurcation points and Feigenbaum's bifurcation velocity). Here, we report multi-stable regions appearing robustly across configurations, even though our configurations had minimal parameter mismatch, which we measure directly from the components of the circuit and also infer from the resultant dynamics for each map, and were unavoidably affected by electronic noise.

WEB OF SCIENCE™ Scopus™

### **Electrocortical temporal complexity during wakefulness and sleep: an updated account (Completo, 2020)**

JOAQUIN GONZALEZ , CAVELLI M. , MONDINO, A. , PASCOVICH C. , CASTRO, S. , NICOLÁS RUBIDO , TORTEROLO P

Sleep Science, v.: 13 p.:47 - 50, 2020

Palabras clave: NREM REM Entropy Ordinal Patterns

Areas de conocimiento:

Ciencias Médicas y de la Salud / Medicina Básica / Fisiología / Estados de Conciencia

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

Medio de divulgación: Internet

Escrito por invitación

ISSN: 19840063

The states of sleep and wakefulness are critical physiological processes associated with different brain patterns of activity. The intracranial electroencephalogram allows us to measure these changes, thus, it is a critical tool for its study. Recently, we showed that the electrocortical temporal complexity decreased from wakefulness to sleep. Nevertheless, the origin of this complex activity remains a controversial topic due to the existence of possible artifacts contaminating the brain signals. In this work, we showed that complexity decreases during sleep, independently of the electrode configuration employed. This fact strongly suggests that the basis for the behavioral-state differences in complexity does not have an extracranial origin; i.e., generated from the brain.

WEB OF SCIENCE™ Scopus™

### **Communication through coherence by means of cross-frequency coupling (Completo, 2020)**

JOAQUIN GONZALEZ , CAVELLI M. , MONDINO, A. , NICOLÁS RUBIDO , Adriano BL Tort , TORTEROLO P

Neuroscience, v.: 449 p.:157 - 164, 2020

Palabras clave: in vivo electrophysiology systems neuroscience synchrony neuronal oscillations phase-amplitude coupling REM sleep

Areas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Biológicas / Ciencias Biológicas / Neurociencia

Ciencias Médicas y de la Salud / Medicina Básica / Fisiología / Neurobiología

Medio de divulgación: Internet  
ISSN: 03064522

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2020.09.019>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0306452220305935>

The theory of communication through coherence (CTC) posits the synchronization of brain oscillations as a key mechanism for information sharing and perceptual binding. In a parallel literature, hippocampal theta activity (4-10 Hz) has been shown to modulate the appearance of neocortical fast gamma oscillations (100-150 Hz), a phenomenon known as cross-frequency coupling (CFC). Even though CFC has also been previously associated with information routing, it remains to be determined whether it directly relates to CTC. In particular, for the theta-fast gamma example at hand, a critical question is to know if the phase of the theta cycle influences gamma synchronization across the neocortex. To answer this question, we combined CFC (modulation index) and CTC (phase-locking value) metrics in order to detect the modulation of the cross-regional high-frequency synchronization by the phase of slower oscillations. Upon applying this method, we found that the inter-hemispheric synchronization of neocortical fast gamma during REM sleep depends on the instantaneous phase of the theta rhythm. These results show that CFC is likely to aid long-range information transfer by facilitating the synchronization of faster rhythms, thus consistent with classical CTC views.

WEB OF SCIENCE™ Scopus 

### **Intraseasonal Predictions for the South American Rainfall Dipole (Completo, 2020)**

N. DÍAZ, MARCELO BARREIRO, NICOLÁS RUBIDO

Geophysical Research Letters, v.: 47 21, 2020

Palabras clave: Atmospheric Science Intraseasonal forecast Time-series Analysis

Áreas de conocimiento:

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

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

Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Estadística y Probabilidad /

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Ciencias Físicas / Física No Lineal

Medio de divulgación: Internet

E-ISSN: 00948276

DOI: <https://doi.org/10.1029/2020GL089985>

<https://www.essoar.org/doi/10.1002/essoar.10503833.2>

The South American rainfall Dipole (SAD) is a renowned spatial structure present in the austral summer as part of the South American monsoon system. SAD phases have been related with extreme precipitations and severe droughts across South America, but are yet to be predicted. Here, we reveal robust and reliable intraseasonal windows in the accumulated SAD index where we can forecast its quantile-state between \$5\$ to \$15\$ and \$60\$ to \$70\$ days in advance (99% significance level). These windows are insensitive to variations in the pole's size and accumulation window, and results are consistent across different quantiles states (median, tercile, and quartile). Our method, which is based on analysing the lagged mutual information between future and present states, could be used in the development of early-warnings for extreme rainfall events. Moreover, it is unrestricted to the present analysis, being applicable to other stationary signals where a forecast is missing.

WEB OF SCIENCE™ Scopus 

### **Social learning in large online audiences of health professionals: Improving dialogue with automated tools (Completo, 2019)**

MARGOLIS A., Antonio LOPEZ ARREDONDO, Sofía García Cabeza, NICOLÁS RUBIDO, Camilo Caminada, Daniel González, LIBERTAD TANSINI

MedEdPublish, v.: 55 2019

Palabras clave: Medical Education Network analysis Virtual learning

Áreas de conocimiento:

Ciencias Sociales / Ciencias de la Educación / Ciencias de la Educación / Cursos de aprendizaje en línea

Medio de divulgación: Internet

Lugar de publicación: online

E-ISSN: 23127996

DOI: <https://doi.org/10.15694/mep.2019.000055.1>

<https://www.mededpublish.org/manuscripts/2258>

Massive open online courses (MOOCs) bring about the opportunity to reach large international audiences of health professionals. However, change in clinical practice eventually needs social

interaction, to validate the new knowledge with trusted peers, in the agreement and adoption phases of change. How can meaningful dialogue take place without scaling up expert tutoring? The extensive experience from social network applications such as Facebook or Twitter provides an opportunity to improve dialogue among peers and with experts automatically and seamlessly, as part of what is called social learning analytics (SLA). Large amounts of data about prior relationships among participants in a course - similar to Facebook and other social applications-, among participants and course materials - similar to Netflix or Amazon -, as well as natural language processing, could be obtained, and then analyzed and used to improve the educational processes and outcomes. In this paper, a series of examples with pilot uses of SLA in the context of massive online courses for physicians and other health care professionals are described. They include: 1) Forecasting of academic accomplishment. 2) Team-based face-to-face learning as part of massive online courses. 3) Analysis of existing connections, to ensure the most connected discussion groups of course participants. 4) Facebook-like dialogue with other course participants who are previously related, as well as with the Course Faculty. 5) Crowdsourcing and friendsourcing, for recommending useful study materials or future courses. 6) Natural language processing, to classify posts in online discussions. The intent of this manuscript is to create awareness in the medical education community that this type of analysis is possible and potentially useful, to receive feedback on the possible functionalities as well as critique these developments, and to create a space for collaboration in research and innovation projects with other interested parties.



### **Nasal respiration entrains neo-cortical long-range gamma coherence during wakefulness (Completo, 2019)**

CAVELLI M., CASTRO, S., Joaquin Gonzalez, Rojas-Libano D., NICOLÁS RUBIDO, Noelia Velásquez, TORTEROLO P

European Journal of Neuroscience, v.: 00 p.:1 - 15, 2019

Palabras clave: binding breathing modulation sleep and cataplexy synchronization

Areas de conocimiento:

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

Medio de divulgación: Internet

ISSN: 0953816X

E-ISSN: 14609568

DOI: [10.1111/ejn.14560](https://doi.org/10.1111/ejn.14560)

<https://publons.com/publon/10.1111/EJN.14560/>

Recent studies have shown that slow cortical potentials in archi-, paleo- and neo-cortex can phase-lock with nasal respiration. In some of these areas, gamma activity (?: 30?:100 Hz) is also coupled to the animal's respiration. It has been hypothesized that these functional relationships play a role in coordinating distributed neural activity. In a similar way, inter?cortical interactions at ? frequency have also been associated as a binding mechanism by which the brain generates temporary opportunities necessary for implementing cognitive functions. The aim of the present study is to explore whether nasal respiration entrains inter?cortical functional interactions at ? frequency during both wakefulness and sleep. Six adult cats chronically prepared for electrographic recordings were employed in this study. Our results show that during wakefulness, slow cortical respiratory potentials are present in the olfactory bulb and several areas of the neocortex. We also found that these areas exhibit cross?frequency coupling between respiratory phase and gamma oscillation amplitude. We demonstrate that respiratory phase modulates the inter?cortical gamma coherence between neocortical electrode pairs. On the contrary, slow respiratory oscillation and gamma cortical oscillatory entrainments disappear during non-rapid eye movement and rapid eye movement sleep. These results suggest that a single unified phenomenon involves cross-frequency coupling and long-range gamma coherence across the neocortex. This fact could be related to the temporal binding process necessary for cognitive functions during wakefulness.



### **Decreased electrocortical temporal complexity distinguishes sleep from wakefulness (Completo, 2019)**

JOAQUIN GONZALEZ, CAVELLI M., MONDINO, A., PASCOVICH C., CASTRO, S., TORTEROLO P, NICOLÁS RUBIDO

Scientific Reports, v.: 9 18457, p.:1 - 9, 2019

Palabras clave: sleep-wake cycle electrocorticographic analysis permutation entropy

Areas de conocimiento:

Ciencias Médicas y de la Salud / Medicina Básica / Neurociencias / Ciclo sueño-vigilia

Medio de divulgación: Internet

E-ISSN: 20452322

DOI: [10.1038/s41598-019-54788-6](https://doi.org/10.1038/s41598-019-54788-6)

<https://www.nature.com/articles/s41598-019-54788-6>

In most mammals, the sleep-wake cycle is constituted by three behavioral states: wakefulness (W), non-NREM (NREM) sleep, and REM sleep. These states are associated with drastic changes in cognitive capacities, mostly determined by the function of the thalamo-cortical system. The intracranial electroencephalogram or electrocorticogram (ECoG), is an important tool for measuring the changes in the thalamo-cortical activity during W and sleep. In the present study we analyzed broad-band ECoG recordings of the rat by means of a time-series complexity measure that is easy to implement and robust to noise: the Permutation Entropy (PeEn). We found that PeEn is maximal during W and decreases during sleep. These results bring to light the different thalamo-cortical dynamics emerging during sleep-wake states, which are associated with the well-known spectral changes that occur when passing from W to sleep. Moreover, the PeEn analysis allows to determine behavioral states independently of the electrodes? cortical location, which points to an underlying global pattern in the signal that differs among the cycle states that is missed by classical methods. Consequently, our data suggest that PeEn analysis of a single EEG channel could allow for cheap, easy, and efficient sleep monitoring.

WEB OF SCIENCE™ Scopus 

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

NICOLÁS RUBIDO , CELSO GREBOGI , MURILO S. BAPTISTA

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

Palabras clave: Complex systems Information theory Markov Partitions

Áreas de conocimiento:

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

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

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

Complejos

Medio de divulgación: Papel

Escrito por invitación

ISSN: 10541500

E-ISSN: 10897682

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

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

Artículo resaltado por la revista AIP Publishing en: "Taming Chaos: calculating probabilities in complex systems" (<https://phys.org/news/2018-03-chaos-probability-complex.html>). 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)

WEB OF SCIENCE™ Scopus 

### **Impact of lag information on network inference (Completo, 2018)**

NICOLÁS RUBIDO , MASOLLER, C.

The European Physical Journal Special Topics, v.: 227 p.:1243 - 1250, 2018

Palabras clave: Lag information network inference complex systems functional networks

Áreas de conocimiento:

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

Complejos

Medio de divulgación: Internet

Escrito por invitación

E-ISSN: 19516401

DOI: <https://doi.org/10.1140/epjst/e2018-800070-1>

Extracting useful information from data is a fundamental challenge across disciplines as diverse as climate, neuroscience, genetics, and ecology. In the era of "big data," data is ubiquitous, but appropriate methods are needed for gaining reliable information from the data. In this work, we

consider a complex system, composed by interacting units, and aim at inferring which elements influence each other, directly from the observed data. The only assumption about the structure of the system is that it can be modeled by a network composed by a set of  $N$  units connected with  $L$  un-weighted and un-directed links, however, the structure of the connections is not known. In this situation, the inference of the underlying network is usually done by using interdependency measures, computed from the output signals of the units. We show, using experimental data recorded from randomly coupled electronic Rössler chaotic oscillators, that the information of the lag times obtained from bivariate cross-correlation analysis can be useful to gain information about the real connectivity of the system.

WEB OF SCIENCE™ Scopus 

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

NICOLÁS RUBIDO , CELSO GREBOGI , MURILO S. BAPTISTA

The 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

E-ISSN: 19516401

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 Ohm's 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 Thévenin's theorem. Contrary to solving Kirchhoff's 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.

WEB OF SCIENCE™ Scopus 

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

NICOLÁS RUBIDO , CELSO GREBOGI , MURILO S. BAPTISTA

Pramana, 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

E-ISSN: 09737111

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 con libre acceso en el ArXiv: 1705.05287 nlin.AO

WEB OF SCIENCE™ Scopus 

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

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

E-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.

WEB OF SCIENCE™ Scopus 

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

ALEXANDER L HER, P. AMIL, NICOLÁS RUBIDO, MARTI, ARTURO C., CABEZA, C.

The European Physical Journal B, v.: 89 3, p.:1 - 8, 2016

Palabras clave: logistic map electronic implementation coupling periodicity

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 Dinamicos

ISSN: 14346028

E-ISSN: 14346036

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

Artículo destacado por la revista en: "Electronic counterpart to ecological models revealed: Peering into the future of populations with the help of complex networks of predictive maps" (<https://www.epj.org/epjb-news/1046-epjb-highlight-electronic-counterpart-to-ecological-models-revealed>). 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 map's parameters.

WEB OF SCIENCE™ Scopus 

### **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 Journal 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

E-ISSN: 10897682

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.

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

E-ISSN: 10953787

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.

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

E-ISSN: 13616552

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. Newton's laws of motion, Bernoulli's 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 versión simplificada del artículo en español fue publicada en la revista de la APFU, Educación en Física, Volumen 8, Serie 2, Julio 2012.

Scopus™

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

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

E-ISSN: 10953787

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 versión previa al preprint del artículo se encuentra en: arXiv:0792904 [physics.soc-ph] 3 Sep. 2013

WEB OF SCIENCE™ Scopus 

### **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

E-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)

WEB OF SCIENCE™ Scopus 

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

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

The 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

E-ISSN: 19516401

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 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.

WEB OF SCIENCE™ Scopus 

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

RODRIGO GARCIA , NICOLÁS RUBIDO , ARTURO C. MARTÍ , CECILIA CABEZA

The 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 / Sincronizacion

Medio de divulgación: Papel

ISSN: 19516355

E-ISSN: 19516401

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.

WEB OF SCIENCE™ Scopus 

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

NICOLÁS RUBIDO , CELSO GREBOGI , MURILO S. BAPTISTA

EPL (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

E-ISSN: 12864854

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 artículo también puede ser encontrado en: arXiv:0629611 [nlin.SI] 10 Jan. 2013

WEB OF SCIENCE™ Scopus 

### **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

E-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.

WEB OF SCIENCE™ Scopus 

### **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

The 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

E-ISSN: 14346079

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

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

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.

WEB OF SCIENCE™ Scopus

### **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

E-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>

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.

WEB OF SCIENCE™ Scopus®

**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 data analysis ordinal patterns

Areas de conocimiento:

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

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Óptica, Acústica / Laseres

Medio de divulgación: Internet

Lugar de publicación: APS Physics

ISSN: 1063651X

E-ISSN: 10953787

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

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

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.

WEB OF SCIENCE™ Scopus®

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

NICOLÁS RUBIDO , CABEZA, C. , MARTI, ARTURO C. , G. M. Ramírez Ávila

Philosophical Transactions 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 / Ciencias Físicas / Física No Lineal

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

Medio de divulgación: Internet

ISSN: 02610523

E-ISSN: 20539223

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

<http://royalsocietypublishing.org/>

Recently, a new kind of optically coupled oscillators that behave as relaxation oscillators has been studied experimentally in the case of local coupling. Even though numerical results exist, there are no references about experimental studies concerning the synchronization times with local coupling. In this paper, we study both experimentally and numerically a system of coupled oscillators in different configurations, including local coupling. Synchronization times are quantified as a function of the initial conditions and the coupling strength. For each configuration, the number of stable states is determined varying the different parameters that characterize each oscillator. Experimental results are compared with numerical simulations.

WEB OF SCIENCE™ Scopus®

## NO ARBITRADOS

### **OFF-periods reduce the complexity of neocortical activity during sleep (Completo, 2021)**

JOAQUIN GONZALEZ , CAVELLI M. , Adriano B. L. Tort , TORTEROLO P , NICOLÁS RUBIDO

BioRxiv, p.:1 - 25, 2021

Palabras clave: Sleep-Wake Cycle Complexity Recurrence Quantification Analysis Slow-Wave Activity Neuronal Dynamics

Areas de conocimiento:

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

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

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Ciencias Físicas / Física No Lineal

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Ciencias Físicas / Fenómenos Críticos

Medio de divulgación: Internet

ISSN: CCBCCB

DOI: <https://doi.org/10.1101/2021.06.11.448131>

<https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2021.06.11.448131v1>

Field recordings decrease their temporal complexity during slow-wave sleep (SWS), however, the neural mechanism for this decrease remains elusive. Here, we show that this complexity reduction is caused by synchronous neuronal OFF-periods by analysing in-vivo recordings from neocortical neuronal populations. We find that OFF-periods trap cortical dynamics, disrupting causal interactions and making the population activity more recurrent, deterministic, and less chaotic than during REM sleep or Wakefulness. Moreover, when we exclude OFF-periods, SWS becomes indistinguishable from Wakefulness or REM sleep. In fact, for all states, we show that the spiking activity has a universal scaling compatible with critical phenomena. We complement these results by analysing a critical branching model that replicates the experimental findings, where we show that forcing OFF-periods into a percentage of neurons suffices to generate a decrease in complexity that replicates SWS.

## ARTÍCULOS ACEPTADOS

### ARBITRADOS

### **The distinct influence of two Madden-Julian's trajectory classes on the South American Dipole (Completo, 2022)**

N.Díaz , MARCELO BARREIRO , NICOLÁS RUBIDO

Journal of Climate, p.:1 - 14, 2022

Palabras clave: Rainfall variability South American Dipole Madden-Julian Oscillation Intra-seasonal time-scales

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 / Meteorología y Ciencias Atmosféricas /

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

Medio de divulgación: Internet

Fecha de aceptación: 11/07/2022

ISSN: 08948755

E-ISSN: 15200442

The South American Dipole (SAD) is the main mode of rainfall variability at the intraseasonal time-scale in South America. Its phases, determined by wet/dry conditions over the SACZ and SESA regions, have been related to extreme precipitation and droughts across South America, but are yet to be fully understood and predicted. In this work, we study the intraseasonal predictability of the SAD in relation with the Madden-Julian Oscillation (MJO) in the DJFM season. We show that significant predictability windows for the SAD's extreme states emerge up to 10-20 days after the MJO is found in phase 2. In particular, we introduce a classification of MJO trajectories based on the RMM index, defining Long and Intense (LIT) and Not Long and Intense (NLIT) sets of trajectories. These sets bear resemblance to MJO events that are able or unable to propagate beyond the Maritime Continent, respectively. Moreover, we show that they influence differently over the SAD's predictability. While both sets present similar tropical-extratropical teleconnections, the LIT set presents a more intense and persistence tropical-tropical teleconnection. Because of this, there is a set-independent predictability for the SESA region,

influenced by both tropical and extratropical teleconnections, and a LIT dependency for the SACZ predictability, influenced mainly by the presence of the tropical-tropical teleconnection. Overall, our work contributes to the intraseasonal predictability of SAD phases and understanding its relationship with MJO events.

## LIBROS

### **Methodological Approaches for Sleep and Vigilance Research ( Participación , 2021)** Publicado

TORTEROLO P. , CASTRO, S. , CAVELLI M. , MONDINO, A. , PASCOVICH C. , NICOLÁS RUBIDO , E. Murillo-Rodríguez , G. Vanini

Editor/Compilador: Eric Murillo-Rodríguez - Academic Press

Editorial: Elsevier

Tipo de publicación: Investigación

DOI: <https://doi.org/10.1016/C2020-0-01745-7>

Referado

Escrito por invitación

Palabras clave: Polysomnography EEG analysis Sleep-wake cycle

Áreas de conocimiento:

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

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

Medio de divulgación: Internet

ISSN/ISBN: 978-0-323-85235-7

Financiación/Cooperación:

Área Biología (PEDECIBA) / Otra, Uruguay

Sleep is one of the great mysteries of life. We spend a third of our life sleeping without awareness of the outside world. Part of this time, during dreams, we have a bizarre cognitive activity disconnected from reality and guided by internal stimuli. In the last 70 years, as a result of basic research there has been a remarkable increase in the knowledge of the physiology of sleep. Some of this knowledge has been transferred to the medical practice, where about eighty different sleep disturbances have been described by the International Classification of Sleep Disorders (ICSD-3). In humans, most mammals and birds, two sleep states can be readily distinguished: rapid eye movement (REM) sleep and non-rapid eye movement (NREM) sleep. Polysomnography (PSG) is the basic tool used to recognize and characterize these behavioral states, and to explore brain activity during sleep. In the present work, we presented a brief review of the main PSG procedures and data analysis, both for humans and animal models.

Capítulos:

Polysomnography in humans and animal models: basic procedures and analysis

Página inicial 17, Página final 32

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

Trabajo relevante

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

Áreas 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 Dinámicos

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 grid's 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.

## **PUBLICACIÓN DE TRABAJOS PRESENTADOS EN EVENTOS**

### **Community Detection by Resistance Distance: Automation and Benchmark Testing (2022)**

Juan Gancio , NICOLÁS RUBIDO

Publicado

Completo

Evento: Internacional

Descripción: International Conference on Complex Networks and Their Applications

Ciudad: Madrid

Año del evento: 2022

Anales/Proceedings:Complex Networks & Their Applications X

Volumen:1015

Serie: Studies in Computational Intelligence book series

Página inicial: 309

Página final: 320

ISSN/ISBN: 978-3-030-93409-5

Publicación arbitrada

Editorial: Springer, Cham

Palabras clave: Community Detection Benchmark tests Resistance Distance

Áreas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias de la Computación e Información / Ciencias de la Computación / Detección de Comunidades en Redes

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

Medio de divulgación: Internet

DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-93409-5\\_26](https://doi.org/10.1007/978-3-030-93409-5_26)

[https://doi.org/10.1007/978-3-030-93409-5\\_26](https://doi.org/10.1007/978-3-030-93409-5_26)

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

NICOLÁS RUBIDO

Publicado

Resumen

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

Áreas 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)**

NICOLÁS RUBIDO , Daniel Freire , CECILIA CABEZA , Gabriel Usera , Italo Bove , ARTURO C.

MARTÍ , Gustavo Sarasúa

Publicado

Resumen

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

Página inicial: 203

Página final: 203

Editorial: AFA  
Ciudad: Buenos Aires  
Palabras clave: Fluid instabilities  
Areas 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)**

NICOLÁS RUBIDO , CECILIA CABEZA , ARTURO C. MARTÍ , Marcelo Ramirez Ávila  
Publicado  
Resumen  
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  
Pagina inicial: 46  
Pagina final: 46  
Palabras clave: Complex networks Synchronization times  
Areas 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)**

NICOLÁS RUBIDO , Luis Pedro García Pintos , Nicasio Barrere  
Publicado  
Resumen  
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  
Pagina inicial: 7  
Pagina final: 7  
Editorial: SUF  
Ciudad: Montevideo  
Palabras clave: No lineal  
Areas 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

**Programa de Grupos, CSIC I+D 2022 - Estudio de la actividad eléctrica cortical durante la vigilia, sueño y estados alterados de consciencia (bajo evaluación) (2022)**

Elaboración de proyecto  
TORTEROLO P , COSTA A , H.J. HACKEMBRUCH , NICOLÁS RUBIDO , CASTRO, S , Devera A.,  
CARRERA, I , RUIZ, P., CAVELLI M. , Joaquin Gonzalez , PASCOVICH C , RIVAS, M.  
El proyecto fue diseñado para profundizar y darle continuidad a las líneas de trabajo del

Laboratorio, así como para consolidar nuestro grupo de investigación "Sueño y Consciencia"

País: Uruguay

Idioma: Español

Disponibilidad: Restringida

Número de páginas: 25

Duración: 48 meses

Institución financiadora: CSIC - UdelaR

Palabras clave: Ciclo sueño-vigilia EEG Polisomnografía Psicodélicos Análisis de series temporales

Áreas de conocimiento:

Ciencias Médicas y de la Salud / Medicina Básica / Fisiología / Polisomnografía

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

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Ciencias Físicas / Física No Lineal

Medio de divulgación: Otros

Responsables: Prof. Pablo Torterolo y Dra. Alicia Costa Estado: Bajo evaluación Resumen: Las funciones cognitivas requieren interacción y coordinación de la actividad de grandes poblaciones neuronales, principalmente talámicas y corticales. La vigilia (V) es condición necesaria para que emerja la actividad subjetiva de la consciencia. Durante el sueño no-REM (NREM) profundo la consciencia se pierde, mientras que durante el sueño REM, donde ocurren la mayoría de los sueños (actividad onírica), esta se altera, generándose un estado con alucinaciones y delirios que se asemeja a la psicosis. Desde el año 2013, nuestro grupo viene estudiando la actividad electrocortical durante la V y el sueño, y cómo se relaciona esta actividad con las funciones cognitivas. A su vez, estamos explorando la actividad electrocortical utilizando diversas herramientas farmacológicas que abolen o alteran la consciencia. Por último, también investigamos la regulación de la actividad eléctrica cortical por un ritmo endógeno como el respiratorio, y por los sistemas neurales moduladores que juegan un papel crítico en la generación de la V y el sueño. El presente proyecto fue diseñado para profundizar y darle continuidad a las líneas de trabajo anteriormente mencionadas, así como para consolidar nuestro grupo de investigación "Sueño y Consciencia". Las líneas de investigación comparten el objetivo de comprender, mediante el estudio de la actividad electrocortical, los cambios en marcadores cognitivos que ocurren durante el sueño, y en condiciones que alteran la consciencia (efecto de drogas, inmadurez cerebral y patologías). Los trabajos propuestos serán realizados en animales de experimentación (ratón, rata, gato), pacientes caninos con déficit cognitivos de la Facultad de Veterinaria, y recién nacidos prematuros, pacientes de la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales (UCIN), del Hospital de Clínicas. Para estudiar el sueño y la actividad electrocortical se utilizarán distintos tipos de registros bioeléctricos según el objetivo y modelo experimental. Estos son el electroencefalograma estándar (EEG), el EEG intracraneal (EEGi o electrocorticograma), potenciales evocados cognitivos (de electrogramas corticales y talámicos), potenciales de campo locales y registros multi-unitarios (registro simultáneo en distintos canales de la actividad extracelular unitaria -potenciales de acción- de poblaciones de neuronas). Las señales obtenidas se estudiarán mediante modernas y poderosas herramientas matemáticas de análisis de ondas, usando métodos lineales (potencia espectral, coherencia espectral, acoplamiento fase-amplitud, causalidad de Granger, etc.) y no-lineales (entropía de permutación, información mutua y transferencia de entropía, etc), con el objetivo de identificar ? firmas? electrocorticales propias de cada estado cognitivo, así como intentar conocer cómo estas son generadas. En suma, este es un proyecto básico con gran potencial traslacional para la medicina humana y veterinaria, cuyo objetivo general es estudiar la actividad electrocortical en condiciones fisiológicas, durante estados alterados de consciencia, y cómo es regulada por los sistemas neuromoduladores. Rol del Investigador: Rubido es responsable del área de investigación: Estudio de las bases de la complejidad de la actividad eléctrica cortical

#### **CSIC I+D 2020 - Abordaje fisiológico y farmacológico al estudio del correlato electroencefalográfico de la consciencia (No 393) (2020)**

Elaboración de proyecto

CASTRO, S, TORTEROLO P, NICOLÁS RUBIDO, Joaquin Gonzalez, PASCOVICH C, COSTA A Utilizar EEG intracraneal en gatos como herramienta para detectar cambios en la dinámica tálamo-cortical asociados a la presencia de consciencia (V), inconsciencia (susueño NREM, Iso) y estados que modelan la psicosis (sueño REM y ketamina).

País: Uruguay

Idioma: Español

Disponibilidad: Restringida

Número de páginas: 16

Duración: 24 meses

Institución financiadora: CSIC - UdelaR

Palabras clave: Polisomnografía EEG Ciclo sueño-vigilia Análisis de datos

Áreas de conocimiento:

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

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

Medio de divulgación: Otros

Responsable: Santiago Casto-Zabala (Investigador Principal) Comienzo: 2021 - Fin: 2023 Resumen:

Las funciones cognitivas requieren interacción y coordinación de la actividad de grandes poblaciones neuronales, principalmente talámicas y corticales. La vigilia (V) es condición necesaria y suficiente para que emerja la actividad subjetiva de la consciencia. Durante el sueño no-REM (NREM) profundo la consciencia se pierde, mientras que durante el sueño REM, donde ocurren la mayoría de los ensueños (actividad onírica), esta se altera. El sueño REM comparte características electrofisiológicas, farmacológicas y neuroquímicas con la psicosis, por lo que se considera un modelo natural de esta patología. Los anestésicos generales son una herramienta para el estudio de la consciencia. El isoflurano (Iso) es un anestésico inhalatorio que abole la consciencia. Por otra parte, la ketamina, a dosis subanestésicas, genera una psicosis farmacológica. Utilizando el electroencefalograma intracraneal (EEG) como herramienta para detectar cambios en la dinámica tálamo-cortical, y el gato como modelo animal, nuestro objetivo es analizar estados asociados a la presencia de consciencia (V), inconsciencia (sueño NREM, Iso) y estados que modelan la psicosis (sueño REM y ketamina). Los animales serán crónicamente implantados para realizar registros polisomnográficos. Se registrarán durante el ciclo sueño-vigilia y luego de la administración de ketamina a dosis subanestésicas y Iso. Se analizará el EEG con métodos lineales (potencia espectral, coherencia espectral, acoplamiento fase-amplitud, causalidad de Granger) y no-lineales (entropía de permutación, información mutua y entropía de transferencia). Esperamos encontrar marcadores electrofisiológicos que diferencien estados asociados a la presencia, pérdida y alteración de la consciencia. Rol del Investigador: Rubido es responsable de la base teórica del análisis de series temporales, la generación de los programas de MATLAB para los análisis del EEG (entropía de permutación, información mutua, etc.), la discusión de resultados obtenidos, la escritura de artículos y comunicaciones a congresos.

#### **PEDECIBA, Fondo Santiago Achugar 2019 - Estudio de la complejidad electrocorticográfica en modelos animales de psicosis (2019)**

Elaboración de proyecto

TORTEROLO P., NICOLÁS RUBIDO, Joaquín González, CAVELLI M., CASTRO, S., COSTA A.,

Lucía Osorio, PASCOVICH C

Fondo Santiago Achugar Díaz 2019

País: Uruguay

Idioma: Español

Disponibilidad: Irrestringida

Número de páginas: 14

Duración: 24 meses

Institución financiadora: PEDECIBA-MEC

Palabras clave: Ciclo sueño-vigilia EEG psicosis ketamina

Áreas de conocimiento:

Ciencias Médicas y de la Salud / Medicina Básica / Fisiología / Neurociencia

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Ciencias Físicas / Física No Lineal

Medio de divulgación: Otros

Responsable: Prof. Pablo Torterolo Comienzo: 2020 - Fin: 2022 Resumen: Las funciones cognitivas requieren interacción y coordinación de la actividad de grandes poblaciones neuronales, principalmente talámicas y corticales. En trastornos psiquiátricos, como la psicosis, estos procesos se alteran. El sueño REM, donde ocurren la mayoría de los sueños (actividad onírica), comparte características electrofisiológicas, farmacológicas y neuroquímicas con la psicosis. Debido a este hecho, el sueño REM se considera un modelo natural de psicosis. La ketamina es un antagonista no competitivo del receptor de N-metil-D-aspartato (NMDA), que en dosis subanestésicas induce efectos similares a la psicosis en humanos y animales, y se emplea como modelo farmacológico de la psicosis. El electroencefalograma intracraneal o electrocorticograma (ECoG) es una herramienta importante para medir los cambios en la dinámica tálamo-cortical y evitar las limitaciones del electroencefalograma de superficie. Debido a la naturaleza compleja de las señales de ECoG, los métodos tradicionales empleados en neurociencia, especialmente el análisis espectral de la señal, no logran captar la naturaleza compleja de los potenciales eléctricos corticales y solo describen ciertas características de las señales registradas. En contraste, el campo de la dinámica no lineal ha desarrollado medidas que permiten la comprensión de sistemas complejos y sus interacciones emergentes; propiedades que son fundamentales para la caracterización de la función tálamo-cortical y la consciencia que de ésta emerge. Dentro de la dinámica no lineal, recientemente ha sido desarrollada una poderosa herramienta conocida como entropía de permutación (PE). En este trabajo, probaremos la hipótesis que la PE del ECoG permite diferenciar la actividad tálamo-cortical

durante la vigilia normal (V, en donde emerge la consciencia), de estados alterados de consciencia como el sueño REM (y su actividad onírica emergente) y la psicosis farmacológica inducida por ketamina. También será analizada la PE del ECoG durante el sueño No-REM (NREM) profundo, donde la actividad cognitiva (onírica) es prácticamente nula. La base de este proyecto es una colaboración entre investigadores del Instituto de Física de Facultad de Ciencias, especialistas en el análisis de series temporales, y neurobiólogos de Facultad de Medicina. Con esta colaboración esperamos demostrar que la PE sea una herramienta poderosa para diferenciar la actividad electrocortical de la V normal, con la de estados alterados de consciencia. De confirmar esta hipótesis, el análisis de la PE podría tener trascendencia paraclínica. Rol del Investigador: Rubido es responsable de elaborar sobre la base teórica del análisis de series temporales., la generación de los programas de MATLAB para los análisis del ECoG (PE, entropía de  $\log_2$ , etc.) y la discusión de resultados con los investigadores del proyecto.

**ANII, Fondo Clemente Estable 2019 - Doppler ultrarrápido y super-resolución en la evaluación del flujo sanguíneo en pequeños animales: análisis del componente vascular en enfermedades neurodegenerativas (FCE\_1\_2019\_1\_155539) (2019)**

Elaboración de proyecto

C. NEGREIRA y Carlos Negreira y C.A. Negreira , KUN A., J. BRUM , CORTELA, G. , NICOLÁS RUBIDO , DAMIÁN J.P. , DI TOMASO MV , FARIAS, J , Dra. María Noel Cuitiño , SOTELO SILVEIRA, J. , G. Garay

Análisis de la vasculatura cerebral y el flujo sanguíneo en ratones por medio de Doppler ultrarrápido y microscopía laser confocal

País: Uruguay

Idioma: Español

Disponibilidad: Irrestricada

Número de páginas: 47

Duración: 30 meses

Institución financiadora: ANII, Fondo Clemente Estable

Palabras clave: Doppler-Ultra-Rápido Microscopía de localización ultra-rápida por ultrasonido Tr-J SAMP-8

Áreas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Óptica, Acústica / Física para la Biología y la Medicina

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

Medio de divulgación: Otros

Responsables: Prof. C. Negreira y Dra. A. Kun Comienzo: 2020; Fin: 2023 Resumen Proyecto:

Existen comportamientos hemodinámicos específicos del cerebro que son considerados indicadores de diagnóstico y ayudan a la comprensión de afecciones neurodegenerativas. La respuesta hemodinámica se manifiesta principalmente en pequeños vasos, no pudiendo ser evaluada con herramientas estándar. Es así que el principal objetivo de este proyecto es poner a punto, implementar y optimizar dos novísimas herramientas ultrasónicas para evaluar el flujo sanguíneo cerebral: Doppler ultrarrápido (uDoppler) y Microscopía de Localización Ultrarrápida Ultrasónica (uULM). Mediante uDoppler se obtienen imágenes de velocidad axial y volumen de sangre con una mayor sensibilidad y resolución en comparación al Doppler convencional. Además mediante la adquisición de sucesivas imágenes uDoppler es posible evaluar la respuesta funcional (fUS) del animal. En uULM, utilizando microburbujas, se generan imágenes con super-resolución del sistema vascular aumentando la resolución de uDoppler. Utilizando un ecógrafo ultrarrápido Verasonics 128 recientemente adquirido, se realizarán las primeras experiencias de Doppler ultrarrápido, únicas en la región, en cerebros de ratones con patologías neurodegenerativas del SNP (CMT1E-Trembler-J) y del SNC (SAMP8), correlacionando imágenes uDoppler, uULM e imágenes de Microscopía Confocal super-resolución. En este contexto proponemos analizar los mecanismos físicos de interacción ultrasonido-tejido-microburbujas y parámetros de emisión-propagación-detección de señales afín de mejorar la resolución espacio-temporal y sensibilidad de imágenes para vasos de diámetros menores a 10 $\mu$ m y velocidades de flujo inferiores a 1mm/s parámetros típicos de los ratones. Por último, evaluaremos la modulación de los fenotipos neurodegenerativos y su componente vascular en respuesta a tratamientos de restricción calórica (señalados por su efecto angiogénico y neuroprotector) mediante fUS, uULM y Microscopía Confocal super-resolución. Rol del Investigador: Rubido supervisa al estudiante Anzibar en el desarrollo y en la implementación de los algoritmos que permitan evaluar la interconectividad cerebral a partir de los datos de fUS, ya sea en estado de reposo o en respuesta a un estímulo.

**CSIC iniciación a la investigación, 2019 - Estudio del efecto oneirogénico de la ibogaína mediante**

### **análisis computacionales del electrocorticograma (2019)**

Elaboración de proyecto

Joaquin Gonzalez , NICOLÁS RUBIDO , TORTEROLO P , CARRERA, I.

Estudiar en la rata, el efecto agudo de la ibogaína sobre el ciclo sueño-vigilia y sobre la actividad eléctrica cortical

País: Uruguay

Idioma: Español

Disponibilidad: Restricta

Número de páginas: 11

Duración: 24 meses

Institución financiadora: CSIC - Udelar

Palabras clave: Ciclo sueño-vigilia EEG Iobogaína

Áreas de conocimiento:

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

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

Ciencias Médicas y de la Salud / Medicina Básica / Farmacología y Farmacia /

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Ciencias Físicas / Física No Lineal

Medio de divulgación: Otros

Responsable: Lic. Joaquín González Comienzo: 2020 - Fin: 2022 Resumen: Dado el importante problema biológico y social de las adicciones resulta crítico entender como ciertas sustancias son capaces de proveer un tratamiento a estas condiciones. La ibogaína difiere en gran medida con los tratamientos actuales en su gran efectividad e inmediatez. En particular el efecto alucinógeno se asemeja a las experiencias experimentadas durante los sueños y se ha relacionado los efectos anti-adictivos con un estado cerebral con fuertes características de sueño REM. De esta forma entender si rasgos de sueño REM se manifiestan durante el efecto de la ibogaína sería crucial para entender en mayor profundidad los procesos neurobiológicos subyacentes a las distintas adicciones y con importantes implicancias en el desarrollo de nuevos fármacos y tratamientos. En particular, destacamos que el factor alucinógeno ha sido el principal responsable de que este alcaloide todavía no se haya considerado como un candidato adecuado en la terapéutica del tratamiento de las adicciones a sustancias de abuso. Nuestro objetivo general es estudiar en la rata el efecto agudo de la ibogaína sobre el ciclo sueño-vigilia y sobre la actividad eléctrica cortical. En particular, pretendemos caracterizar los efectos de la ibogaína sobre el perfil electroencefalográfico empleando métodos lineales (potencia, coherencia espectral, índice de modulación, causalidad de Granger) y métodos no-lineales (Entropía de Permutación, Información Mutua). Además, se plantea correlacionar los efectos agudos de la ibogaína con las modificaciones electroencefalográficas durante el sueño REM para lograr obtener un correlato neural del efecto onirogénico de la ibogaína. Rol del Investigador: Rubido es el cosupervisor del doctorado de Lic. Joaquín González y de este proyecto CSIC, junto con el Prof. Torterolo y el Dr. Carrera.

### **Programa de Grupos, CSIC I+D 2018 - Física No Lineal (No 1692) (2018)**

Elaboración de proyecto

MARTI, ARTURO C. , CABEZA, C.; Cecilia Cabeza , NICOLÁS RUBIDO , SARASUA, L.G.

Formación de R.R.H.H e investigación de nivel en las áreas relacionadas al grupo de Física No Lineal (identificador CSIC: grupo 722)

País: Uruguay

Idioma: Español

Ciudad: Montevideo

Disponibilidad: Restricta

Número de páginas: 25

Duración: 45 meses

Institución financiadora: CSIC - Udelar

Palabras clave: Física no Lineal Mecánica Estadística Dinámica de Fluidos Sistemas Complejos

Áreas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Ciencias Físicas / Física No Lineal

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

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

Medio de divulgación: Internet

Responsables: Prof. Arturo C. Martí y Dra. Cecilia Cabeza Comienzo: 2019 - Fin: 2023 Resumen: El grupo de Física No Lineal fue creado a partir del regreso de Anibal Sicardi a fines de 1988. En sus primeros documentos el Prof. Sicardi destacaba que los sistemas abiertos alejados del equilibrio termodinámico son capaces de auto-organizarse. La auto-organización da lugar a estructuras disipativas por medio de una serie de inestabilidades y bifurcaciones sucesivas que en ocasiones

conducen a la aparición de caos (sistemas finitos) y turbulencia (sistemas extendidos). Desde entonces ha sido muy largo el camino recorrido. Numerosos estudiantes e investigadores se han formado y participado del grupo, muchos de ellos emprendiendo caminos propios. Aunque el grupo ha ido evolucionando y ampliando sus líneas de investigación, los cambios han sido graduales de forma de mantener un núcleo estable. Desde su origen, el grupo se centró en el desarrollo de investigación de calidad en el área de Física No Lineal (FNL) y Mecánica Estadística (ME). La ME es una herramienta indispensable para el estudio de las propiedades de sistemas macroscópicos con base en los comportamientos de sus partes microscópicas. Los fundamentos de la ME yacen en los principios de la Estadística y en la Mecánica Hamiltoniana, y han probado ser de inmenso valor para la Física por más de una centuria. Por otro lado, el intenso énfasis que han cobrado recientemente los fenómenos de la FNL no parece disminuir debido a la gran gama de posibilidades tecnológicas que continuamente surgen (por ejemplo, el desarrollo de redes neurales que permiten crear sistemas con inteligencia artificial). De la mano de estas dos grandes ramas surge también el estudio de los comportamientos caóticos (i.e., dinámicas impredecibles, aparentemente erráticas, y aperiódicas) y fractales (i.e., patrones recurrentes a distintas escalas con fascinantes apariencias estéticas) que ciertos sistemas exhiben. Un sistema físico paradigmático (en lo que refiere a todas las características antedichas) son los fluidos. Los fluidos se comportan como una entidad constituida por un sin número de elementos casi independientes (a pesar de considerarse como un medio continuo) involucrando demasiadas escalas y variaciones aleatorias de los campos relevantes como para un análisis directo. Además, en función de sus propiedades características (densidad, viscosidad, y otras), su comportamiento puede alejarse apreciablemente del de un sistema lineal, exhibiendo movimientos turbulentos e inestabilidades, como también fenómenos puramente no lineales como las transiciones de fase y la formación de patrones. Por otro lado, los sistemas complejos (e.g., las redes eléctricas o los sistemas neuronales) presentan otra faceta de la investigación del grupo, utilizando el vínculo técnico de usar la ME y la FNL como herramientas. Se encuentra que la topología y la forma de las interacciones (las cuales constituyen redes complejas) puede llevar a que los sistemas (principalmente osciladores y mapas, los cuales constituyen un segundo tipo de paradigma) exhiban evoluciones correlacionadas en el tiempo: sincronización. En situaciones donde existen gran cantidad de unidades dinámicas que interactúan de alguna forma, se observa que la sincronización se comporta en forma similar a una transición de fase, tal como el congelamiento del agua o la magnetización espontánea de un ferro-magneto, resultando en ecuaciones dinámicas idénticas. El abordaje de estos y otros problemas se realizan en el grupo de forma teórica, como también experimental y numéricamente. Por sobre todo, la principal motivación del grupo es contribuir al estudio teórico y experimental de los fenómenos no lineales de diversos sistemas físicos, el desarrollo y perfeccionamiento de técnicas para su análisis y la formación de recursos humanos al más alto nivel. Rol del investigador: Rubido es responsable dentro del grupo del área de investigación: Sistemas Complejos - Redes Complejas y Sincronización, donde supervisa a 4 estudiantes del posgrado de PEDECIBA.

**CSIC I+D 2016 - Estudio de las bases neurales del trastorno depresivo mediante técnicas de electroencefalografía, neuroimagen, y conectividad cerebral (No 655) (2016)**

Elaboración de proyecto

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

Construcción de un equipo interdisciplinario (integrado por neurocientíficos, psicólogos, psiquiatras y físicos) que se enfoque en el estudio del cerebro y sus patologías

País: Uruguay

Idioma: Español

Disponibilidad: Restringida

Duración: 24 meses

Institución financiadora: CSIC - UdelaR

Palabras clave: Conectividad cerebral Trastorno depresivo Electroencefalografía Neuroimagen Redes neurales

Áreas 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

<https://www.csic.edu.uy/content/estudio-de-las-bases-neurales-del-trastorno-depresivo-mediante-t%C3%99>

Responsables: Dra. Victoria Gradín y Dr. Álvaro Cabana Comienzo: 2017 - Fin: 2019 Resumen: La depresión mayor es un trastorno de alta prevalencia, que puede conducir a un deterioro significativo y al suicidio, y que es considerada una de las principales causas de discapacidad a nivel mundial. De importancia, estamos aún lejos de entender cuáles son los mecanismos neurales que subyacen a la depresión. Este proyecto propone dos estudios que buscan contribuir en esta

dirección. Un primer estudio busca investigar los sustratos neurales asociados a interacciones sociales en depresión. Este estudio es de interés, dado que la depresión impacta profundamente en el funcionamiento social y las relaciones interpersonales, siendo esta una de las principales causas de sufrimiento para quienes padecen el trastorno. Integrantes de nuestro equipo han llevado a cabo estudios con resonancia magnética funcional (fMRI), donde se investiga la activación cerebral de personas con depresión mientras realizan tareas interactivas de la economía comportamental. Más recientemente, nuestro grupo ha trabajado en montar en el Centro de Investigación Básica en Psicología estudios donde se registra la actividad neural con Electroencefalografía (EEG) mientras los participantes realizan tareas interactivas. Nuestro estudio propone investigar los correlatos neurales asociados a intercambios sociales en depresión, mediante el uso de EEG en combinación con tareas interactivas. Un segundo estudio propone investigar la conectividad funcional cerebral en depresión utilizando teoría de grafos. Los estudios de conectividad investigan cómo interactúan las regiones cerebrales. Se ha propuesto que la teoría de grafos provee un marco matemático poderoso para el estudio de los principios organizacionales de las redes funcionales cerebrales. Con respecto a la depresión, se ha propuesto que este tipo de estudios constituye una oportunidad valiosa para reconceptualizar este trastorno, comprender sus mecanismos biológicos, e identificar blancos neurales de intervención. Nuestro estudio propone investigar si personas con depresión se diferencian de personas saludables en la organización topológica de las redes funcionales cerebrales, mediante un análisis de conectividad basado en teoría de grafos. Para esto se cuenta con datos de fMRI donde se registró la activación cerebral de personas con y sin depresión en estado de reposo. En suma, nuestro proyecto busca contribuir al entendimiento de las bases neurales del trastorno depresivo, con el fin de conducir a desarrollar mejores tratamientos. Cabe destacar que este proyecto busca trabajar con una combinación de técnicas (electroencefalografía, neuroimagen) que cuentan con poco desarrollo en nuestro país y que actualmente se consideran vitales para el avance de las ciencias cognitivas. Asimismo, este proyecto permitiría construir un equipo interdisciplinario (integrado por neurocientíficos, psicólogos, psiquiatras y físicos) que se enfoque en el estudio del cerebro y sus patologías. Rol del Investigador: formación de recursos humanos, desarrollar algoritmos para el análisis de las redes funcionales del cerebro en depresión a partir de fMRI, escritura de artículos y diseminación de los resultados en congresos internacionales

**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: Irrestricida

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.

**ANII, Fondo Sectorial de Energía 2015 - Análisis de estabilidad estructural y transitoria de la red eléctrica nacional (FSE\_1\_2015\_1\_109955) (2015)**

Elaboración de proyecto

NICOLÁS RUBIDO , MARTI, ARTURO C. , CABEZA, C.; Cecilia Cabeza

Comprensión, predicción, y prevención de los posibles comportamientos disruptivos que la red eléctrica de transmisión nacional podría sufrir en un futuro debido a distintos factores que incrementan la complejidad de la red eléctrica, como lo son el consta

País: Uruguay

Idioma: Español

Disponibilidad: Restricta

Número de páginas: 39

Duración: 24 meses

Institución financiadora: ANII, Fondo Sectorial de Energía

Palabras clave: Redes complejas Red eléctrica 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

Ingeniería y Tecnología / Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electrónica e Ingeniería de la Información / Ingeniería Eléctrica y Electrónica / Redes de Potencia

Medio de divulgación: Otros

Responsables: Dr. Nicolás Rubido y Prof. Arturo C. Martí Comienzo: 2016 - Fin: 2018 Resumen:

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.

**CSIC iniciación a la investigación, 2015 - Relacionamiento entre comportamiento y estructura en sistemas complejos (No 97) (2015)**

Elaboración de proyecto

Rodrigo A. García , NICOLÁS RUBIDO

El objetivo es la predicción y cuantificación de las condiciones en las que el conocimiento de la estructura del sistema complejo predice el comportamiento

País: Uruguay

Idioma: Español

Disponibilidad: Restricta

Número de páginas: 13

Duración: 12 meses

Institución financiadora: CSIC - UdelaR

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 Dinámicos

Medio de divulgación: Otros

Responsable: Lic. Rodrigo A. García Comienzo: 2016 - Fin: 2017 Resumen: La relación entre la estructura y el comportamiento de un sistema complejo es uno de los tópicos más estudiados de la ciencia contemporánea, y de los más frecuentemente abarcados desde un enfoque interdisciplinario. El carácter interdisciplinario de este tópico se ve reflejado en los diversos proyectos de investigación multinacionales que se realizan en la actualidad, abarcando temáticas como el estudio de redes climáticas, sistemas de distribución energética, modelado de sistemas neuronales o de sistemas sociales. En general, se entiende por sistema complejo a aquellos sistemas cuya composición está dada por varias unidades que interactúan dinámicamente y se auto-organizan para dar lugar a un sistema de jerarquías y comportamiento emergente. La estructura es la representación topológica del sistema (i.e., la matriz de interconexión entre las unidades) y en la actualidad se estudia formalmente por medio de la teoría de redes complejas. El comportamiento, entendido como la dinámica emergente resultante de la interacción entre las unidades, constituye un observable del sistema, por lo que puede ser medido por varias metodologías. En particular, este comportamiento emergente puede resultar en una dinámica colectiva que se encuentra ausente cuando se observan las dinámicas de las unidades aisladas. En otras palabras, se observa que en muchos sistemas complejos el colectivo no puede ser comprendido analizando las unidades por separado. La relevancia del estudio de la relación entre la estructura y el comportamiento para sistemas complejos está en que, tanto en la naturaleza como en la sociedad, ambas características son difícilmente conocidas en simultáneo. Por ejemplo, en el cerebro, el comportamiento es observado por medio de medidas como los electroencefalogramas (EEGs) y las imágenes de resonancia magnética (MRI), pero la estructura es desconocida (en general, se pueden conocer las estructuras jerárquicas, específicamente, las anatómicas, pero se desconocen las conexiones inter-neuronales). Por el contrario, en los sistemas de distribución, como las redes eléctricas, la estructura es conocida pero el comportamiento muchas veces escapa a toda previsión (por ejemplo, cuando suceden apagones generales o caídas de tensión debido a fallas en los generadores o en las líneas de conexión). Consecuentemente, tener una relación cuantitativa entre el comportamiento y la estructura de un sistema complejo es de gran relevancia para poder comprender su dinámica, predecir sus propiedades, y controlar su comportamiento. Rol del Investigador: Rubido supervisará el proyecto del Lic. Rodrigo A. García

## OTRAS PRODUCCIONES

### CURSOS DE CORTA DURACIÓN DICTADOS

#### **Teoría de Grafos: Introducción al Análisis y Modelado de Redes (2024)**

NICOLÁS RUBIDO

Especialización

País: Argentina

Idioma: Español

Tipo de participación: Docente

Unidad: Bloque del curso: Neurociencia Computacional

Duración: 1 semanas

Institución Promotora/Financiadora: ESCUELA DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE GENERAL SAN MARTÍN

Palabras clave: Redes Complejas Teoría de Grafos

Áreas de conocimiento:

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

#### **Teoría de Grafos en Neurociencias: Inferencia y Redes Funcionales del Cerebro (2024)**

NICOLÁS RUBIDO

Especialización

País: Argentina

Idioma: Español

Tipo de participación: Docente

Unidad: Bloque del curso: Neurociencia Computacional

Duración: 1 semanas

Institución Promotora/Financiadora: ESCUELA DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE GENERAL SAN MARTÍN

Palabras clave: Redes Complejas Redes Funcionales del Cerebro Inferencia de Redes Estadística

Análisis 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/Teoría de Grafos

Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Estadística y Probabilidad / Análisis de datos

Ciencias Médicas y de la Salud / Medicina Básica / Neurociencias / Análisis de señales de electroencefalogramas (EEG) e imágenes funcionales (fMRI)

### **Teoría de Grafos: Introducción al Análisis y Modelado de Redes (2021)**

NICOLÁS RUBIDO

Especialización

País: Argentina

Idioma: Español

Tipo de participación: Docente

Unidad: Bloque del curso: Neurociencia Computacional

Duración: 1 semanas

Institución Promotora/Financiadora: ESCUELA DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE GENERAL SAN MARTÍN

Palabras clave: Redes Complejas Teoría de Grafos

Áreas de conocimiento:

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

Información adicional: Contenidos: 1. Conceptos Generales [~25 mins+5 mins] a. Origen de la Teoría de Grafos b. Definiciones de Grafos c. Propiedades del Dibujo versus Propiedades Invariantes d. Adyacencia 2. Análisis de Redes [~50 mins+10mins] a. Medidas Invariantes b. Distribución de Grados c. Distribución de Clustering d. Análisis de Distribuciones e. Subgrafos, Motifs y Cliques f. Comunidades o Modulos g. Caminos más cortos 3. Modelos de Redes [~25 mins+5mins] a. Erdős-Rényi: redes aleatorias uniformes b. Watts-Strogatz: redes pequeño mundo c. Barabási-Albert: redes libre de escala d. Otros modelos de redes aleatorias e. Observaciones/Ejemplos: redes reales

### **Aplicaciones de Teoría de Grafos: Inferencia de Redes y Redes Funcionales del Cerebro (2021)**

NICOLÁS RUBIDO

Especialización

País: Argentina

Idioma: Español

Tipo de participación: Docente

Unidad: Bloque del curso: Neurociencia Computacional

Duración: 1 semanas

Institución Promotora/Financiadora: ESCUELA DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE GENERAL SAN MARTÍN

Palabras clave: Redes Complejas Inferencia de Redes Estadística Análisis de Datos

Áreas de conocimiento:

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

Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Estadística y Probabilidad / Análisis de datos

Ciencias Médicas y de la Salud / Medicina Básica / Neurociencias / Análisis de señales de electroencefalogramas (EEG) e imágenes funcionales (fMRI)

Información adicional: Contenido: 4. Inferencia de Redes [~35 mins + 5 mins] a. Registros por Señales: hipótesis de datos b. Medidas de Semejanza Estadística c. Control de Calidad (análisis ROC) 5. Redes Funcionales del Cerebro [~55 mins+10 mins] a. Contexto del Área de Investigación (top-down approach) b. Escalas del Cerebro Características: Metodologías c. Pre-procesamiento de Imágenes de Magneto-Resonancia (MRI) d. Redes Funcionales del Cerebro por MRI e. Pre-procesamiento de Electroencefalogramas (EEG) 6. Modelos Computacionales [~10 mins+5 mins] a. Redes Neuronales como Sistemas Dinámicos (bottom-up approach) b. Modelos: ecuaciones diferenciales y en diferencias

## **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  
Áreas 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  
Áreas 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  
Áreas 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 dinámicos Redes complejas

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 / 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**

#### **COMITÉ EVALUACIÓN DE PROYECTOS**

#### **Convocatoria de Ciencia de Frontera (CONACYT) - Área de Física: modalidad SINERGIA (2020 / 2020)**

Sector Extranjero/Internacional/Otros / Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología / Gobierno de México , México

Cantidad: De 5 a 20

#### **Programa CSIC de Iniciación a la Investigación (2019)**

Sector Educación Superior/Público / Universidad de la República / Comisión Sectorial de Investigación Científica , Uruguay

Cantidad: Menos de 5

#### **Fondo Vaz Ferreira (2019)**

Sector Educación Superior/Público / Programa de Desarrollo de las Ciencias Básicas / Área Física (PEDECIBA) , Uruguay

Cantidad: Menos de 5

Universidad de la República

### **EVALUACIÓN INDEPENDIENTE DE PROYECTOS**

#### **UKRI Future Leaders Fellowships (2020)**

Reino Unido

Medical Research Council

Cantidad: Menos de 5

The UK Research and Innovation Future Leaders Fellowships scheme will support early career researchers and innovators with outstanding potential in universities, UK registered businesses, and other research and user environments including recognised Independent Research Organisations (IROs), and Research Councils? institutes and laboratories. Fellowships are not restricted to work that would be seen as formal research in their area but can also lead and develop innovation. Innovation is defined as the practical translation of disruptive ideas into novel, relevant

and valued products, services, processes, systems or business models, making them readily available to markets, government and society. Innovation means creating economic and/or social value from ideas. Within the Future Leaders Fellowships scheme innovation projects will be those that aim to move research through the development pathway towards commercialisation and/or application.

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

Reino Unido

Cantidad: Menos de 5

### **EVALUACIÓN DE PUBLICACIONES**

#### **COMITÉ EDITORIAL**

##### **Focus Issue "Data-Driven Models and Analysis of Complex Systems" ( 2023 / 2024 )**

Tipo de publicación: Revista

Editorial: Chaos: An Interdisciplinary Journal of Nonlinear Science - AIP publishing

Cantidad: De 5 a 20

The 2021 Nobel Prize in Physics placed Complex Systems under the spotlight. These include biological, social, ecological, atmospheric, financial, or technological systems among many other. It also emphasizes the importance of studying natural and man-made systems to understand their emerging behaviours, such as synchronisation, spatio-temporal chaos, extreme events, and tipping points to name a few. These behaviours have been subject to research due to the fascinating spatiotemporal patterns they create; possible catastrophic consequences; or the universality that bounds them. Despite coming from disparate systems having a broad range of temporal and spatial scales, these behaviours require no external or central controller but have a strong dependence on the structure of their interactions ? typically represented as a network. Furthermore, with the advent of large and more precise data recordings ? often big data ?, novelty models, methods, and machine learning techniques have stepped up to produce innovative studies of complex systems and their emergent behaviours. This Focus Issue welcomed manuscripts that presented new insights about Complex Systems derived from computational or data-driven models, based on data analysis, or novel mathematical approaches.

##### **Frontiers in Physics - Review Editor of Interdisciplinary Physics ( 2022 / 2024 )**

Tipo de publicación: Revista

Editorial: Frontiers in Physics

Cantidad: Menos de 5

##### **Frontiers in Computational Neuroscience - Review Editor ( 2021 / 2024 )**

Tipo de publicación: Revista

Editorial: Frontiers in Computational Neuroscience

Cantidad: De 5 a 20

Miembro del panel editorial de la revista: Frontiers in Computational Neuroscience

##### **Frontiers in Network Physiology - Review Editor of Networks in the Brain System ( 2021 / 2024 )**

Tipo de publicación: Revista

Editorial: Frontiers in Network Physiology

Cantidad: De 5 a 20

Miembro de del panel editorial de la revista: Frontiers in Network Physiology - Networks in the Brain System

##### **Special Issue "Dynamics Days Latin America and the Caribbean 2018" ( 2018 / 2019 )**

Tipo de publicación: Revista

Editorial: Mathematical and Computational Applications (ISSN 2297-8747)

Cantidad: De 5 a 20

Special Issue website: [https://www.mdpi.com/journal/mca/special\\_issues/DDAYS\\_LAC\\_2018](https://www.mdpi.com/journal/mca/special_issues/DDAYS_LAC_2018)

About Special Issue: This Special Issue will mainly consist of selected papers presented at the ? Dynamics Days Latin America and the Caribbean, 2018? conference (<https://ddayslac2018.org/>).

Papers considered to fit the scope of the journal and to be of sufficient quality after evaluation by the reviewers will be published free of charge. 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.

**Advancing Our Understanding of Structure and Function in the Brain: Developing Novel Approaches for Network Inference and Emergent Phenomena ( 2018 / 2019 )**

Tipo de publicación: Revista

Editorial: Frontiers in Physics - Biophysics

Cantidad: De 5 a 20

Website of Research Topic: <https://www.frontiersin.org/research-topics/8867/advancing-our-understanding-of-structure-and-function-in-the-brain-developing-novel-approaches-for-n> About the Research Topic: Complex systems are composed of a large number of non-trivially interacting components whose collective behavior cannot be determined from the behavior of the individual components. Many real-world systems can be modeled as complex, such as stock markets, the Internet, social networks and the brain. Particularly, in the brain, a massive number of microscopic components (neurons or cortical areas) are interacting with each other in nonlinear ways, where important information resides in the relationships between the components and not necessarily within their individual dynamics. Hence, studying the dynamics of these components without knowing how they are interconnected does not allow for the understanding of the brain's behavior as a whole. Furthermore, connectivity is often unknown and difficult to infer due to large system-sizes and multiple time and spatial scales. This poses significant challenges and opens questions, forming the basis for this Research Topic. Submission Deadlines: 15 December 2018 - Abstract 15 April 2019 - Manuscript

**REVISIONES**

**Frontiers in Computational Neuroscience ( 2022 )**

Tipo de publicación: Revista

Cantidad: Menos de 5

**Frontiers in Network Physiology ( 2021 )**

Tipo de publicación: Revista

Cantidad: Menos de 5

**NeuroImage ( 2021 )**

Tipo de publicación: Revista

Cantidad: Menos de 5

**Scientific Reports ( 2020 )**

Tipo de publicación: Revista

Cantidad: Menos de 5

**Journal of Physics: Complexity ( 2020 )**

Tipo de publicación: Revista

Cantidad: Menos de 5

**New Journal of Physics ( 2018 )**

Tipo de publicación: Revista

Cantidad: Menos de 5

**Physical Review A ( 2018 )**

Tipo de publicación: Revista

Cantidad: Menos de 5

**Results in Physics ( 2018 )**

Tipo de publicación: Revista

Cantidad: Menos de 5

**Chaos, Solitons & Fractals: the interdisciplinary journal of Nonlinear Science, and Nonequilibrium and Complex Phenomena ( 2018 )**

Tipo de publicación: Revista

Cantidad: Menos de 5

**Applied Network Science ( 2018 )**

Tipo de publicación: Revista  
Cantidad: Menos de 5

**Fluctuation and Noise Letters (2018)**

Tipo de publicación: Revista  
Cantidad: Menos de 5

**Nonlinear Dynamics (2017)**

Tipo de publicación: Revista  
Cantidad: Menos de 5

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

Tipo de publicación: Revista  
Cantidad: De 5 a 20

**Frontiers in Physics (2017)**

Tipo de publicación: Revista  
Cantidad: Menos de 5

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

Tipo de publicación: Revista  
Cantidad: Menos de 5

**Springer (2017)**

Tipo de publicación: Libros  
Cantidad: Menos de 5

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

Tipo de publicación: Revista  
Cantidad: Menos de 5

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

Tipo de publicación: Revista  
Cantidad: Menos de 5

**Physics Letters A (2016)**

Tipo de publicación: Revista  
Cantidad: Menos de 5

**Europhysics Letters (2015)**

Tipo de publicación: Revista  
Cantidad: Menos de 5

**Physical Review E (2015)**

Tipo de publicación: Revista  
Cantidad: De 5 a 20

**European Journal of Physics (2014)**

Tipo de publicación: Revista  
Cantidad: Menos de 5

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

Tipo de publicación: Revista  
Cantidad: Menos de 5

**Physical Review Letters (2014)**

Tipo de publicación: Revista  
Cantidad: De 5 a 20

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

Tipo de publicación: Revista  
Cantidad: Menos de 5

## EVALUACIÓN DE EVENTOS Y CONGRESOS

### **Dynamics Days Europe ( 2022 / 2022 )**

Comité programa congreso  
Reino Unido  
Arbitrado

University of Aberdeen

The University of Aberdeen will host Dynamics Days Europe in 2022. The institution is one of the largest research hubs on Dynamics in both UK and Europe, with a special focus on interdisciplinary applications. Dynamics Days is a series of annual international conferences founded in the 1980s that provides a European forum for developments in the theory and applications of nonlinear dynamics. For over thirty years it has been bringing together researchers from a wide range of mathematical backgrounds for interdisciplinary research in nonlinear science.

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

### **Llamar a aspirantes para la provisión interina de un cargo de Ayudante (Gdo. 1, 20 hs., cargo N° 21007) del Instituto de Física - perfil Física General. ( 2019 / 2019 )**

Comité evaluador  
Uruguay  
Cantidad: Menos de 5  
Universidad de la República  
Exp. 240200-000357-19

### **Llamar a aspirantes para la provisión interina de un cargo de Asistente (Gdo. 2, 30 hs., cargo N° 22808) de la Licenciatura en Ciencias de la Atmósfera ( 2019 / 2019 )**

Comité evaluador  
Uruguay  
Cantidad: Menos de 5  
Universidad de la República  
Exp. 240200-000517-19

### **Llamar a aspirantes para la provisión interina de un cargo de Ayudante (Gdo. 1, 20 hs., cargo N° 21800) de la Licenciatura en Ciencias de la Atmósfera ( 2019 / 2019 )**

Comité evaluador  
Uruguay  
Cantidad: Menos de 5  
Universidad de la República  
Exp. 240200-000779-19

### **Llamar a aspirantes para la provisión interina de dos cargos de Ayudante (Gdo. 1, 20 hs., cargos N° 24300 y 21302) para trabajar con cargo al Proyecto CSIC I+D C681 ( 2019 / 2019 )**

Comité evaluador

Uruguay  
Cantidad: Menos de 5  
Proyecto CSIC I+D  
Exp. 240200-001010-19

**Lllamar a aspirantes para la provisión interina de dos cargos de Asistente (Gdo. 2, 10 hs., cargos N° 10237 y 10238) para trabajar y con cargo al Proyecto CURIE P588 106 "Learning about Interacting Networks in Climate" ( 2018 / 2018 )**

Comité evaluador  
Uruguay  
Cantidad: Menos de 5  
Proyecto CURIE P588 106 "Learning about Interacting Networks in Climate"  
Exp. 240200-000272-18

**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

### **Doutorado em Física (2024)**

Jurado de mesa de evaluación de tesis  
Sector Extranjero/Internacional/Otros / Universidade Estadual Paulista / Institute de Física Teórica , Brasil  
Nivel de formación: Doctorado  
DEFESA DE TESE DE DOUTORADO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FÍSICA  
DISCENTE: RAUL DE PALMA ARISTIDES TÍTULO Networks of Izhikevich neurons  
Synchronization and network inference

### **Maestría en Física (2022 / 2022)**

Jurado de mesa de evaluación de tesis  
Sector Educación Superior/Público / Programa de Desarrollo de las Ciencias Básicas / Área Física (PEDECIBA) , Uruguay  
Nivel de formación: Maestría  
M.Sc. viva: 26th of July, 2022 Supervisor: N. Rubido Student: Juan Gancio Thesis: Extensivity and Synchronisation of coupled maps in regular networks

### **Maestría en Física (2019 / 2019)**

Jurado de mesa de evaluación de tesis  
Sector Educación Superior/Público / Programa de Desarrollo de las Ciencias Básicas / Área Física (PEDECIBA) / Instituto de Física de Facultad de Ciencias , Uruguay  
Nivel de formación: Maestría  
M.Sc. viva: 29th of March, 2019 Supervisors: C. Cabeza and N. Rubido Student: Caracé Gutiérrez Thesis: Bifurcations and hysteresis in coupled logistic maps

### **PhD in Physics (2019 / 2024)**

Jurado de mesa de evaluación de tesis  
Sector Extranjero/Internacional/Otros / University of Aberdeen / Institute for Complex Systems and Mathematical Biology , Reino Unido  
Nivel de formación: Doctorado  
PhD viva: 5th of November, 2019 Supervisor: Dr. Murilo S. Baptista Student: Maria Angelica Araujo Thesis: A comprehensive mathematical review about Lyapunov exponents and applications in the context of complex networks PhD viva: March 2025 Supervisor: Dr. Murilo S. Baptista Student: Wacharong Wongsanurak Thesis: Correlation in 2D Stochastic Equations Coupled Diffusively by Both Deterministic and Stochastic Components

### **Doctorado en Física (2018 / 2018)**

Jurado de mesa de evaluación de tesis  
Sector Educación Superior/Público / Programa de Desarrollo de las Ciencias Básicas / Área Física (PEDECIBA) / Instituto de Física de Facultad de Ciencias , Uruguay  
Nivel de formación: Doctorado  
Ph.D. viva: 14th of May, 2018 Supervisors: M. Barreiro and A. C. Martí Student: M.Sc. Fernando Arismendi Thesis: Exploring teleconnections and climate dynamics by means of complex networks

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

Jurado de mesa de evaluación de tesis  
Sector Educación Superior/Público / Programa de Desarrollo de las Ciencias Básicas / Área Física (PEDECIBA) / Instituto de Física de Facultad de Ciencias , Uruguay  
Nivel de formación: Maestría  
M.Sc. viva: 5th of May, 2017 Supervisor: R. Donangelo and A. Romanelli Student: B.Sc. Nicolás Díaz Thesis: Thermodynamic equilibrium in the one-dimensional quantum random-walker

### **Doctorado en Física (2017 / 2017)**

Jurado de mesa de evaluación de tesis  
Sector Educación Superior/Público / Programa de Desarrollo de las Ciencias Básicas / Área Física (PEDECIBA) / Instituto de Física de Facultad de Ciencias , Uruguay  
Nivel de formación: Doctorado  
Ph.D. viva: 20th of February, 2017 Supervisor: M. Barreiro Student: M.Sc. Verónica Martín Thesis: A complex network perspective of the past and future coupling between the tropical oceans and precipitation over Southeastern South America

# Formación de RRHH

## TUTORÍAS CONCLUIDAS

### POSGRADO

#### **Búsqueda de la conectividad óptima en sistemas complejos (2019 - 2025)**

Tesis de doctorado

Sector Educación Superior/Público / Programa de Desarrollo de las Ciencias Básicas / Área Física (PEDECIBA) / Instituto de Física de Facultad de Ciencias , Uruguay

Programa: Doctor en Física

Tipo de orientación: Cotutor ( NICOLÁS RUBIDO , CABEZA, C.; Cecilia Cabeza )

Nombre del orientado: Caracé Gutiérrez

País: Uruguay

Palabras Clave: Sistemas Complejos Redes Complejas Información Conectividad

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 / Matemáticas / Matemática Aplicada / Redes Complejas/Teoría de Grafos

Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Estadística y Probabilidad / Análisis de datos

#### **Caracterización de un estado psicodélico en la rata: La ibogaína y el sueño REM (2019 - 2024)**

Tesis de doctorado

Sector Educación Superior/Público / Programa de Desarrollo de las Ciencias Básicas / Área Biología (PEDECIBA) / Departamento de Fisiología , Uruguay

Programa: Doctorado en Ciencias Biológicas (UdelaR-PEDECIBA)

Tipo de orientación: Cotutor en pie de igualdad ( TORTEROLO P , CARRERA, I. , NICOLÁS RUBIDO )

Nombre del orientado: Joaquín González

País: Uruguay

Palabras Clave: electroencefalogramas análisis de datos psicodélicos sueño ritmos biológicos

Áreas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Biológicas / Otros Tópicos Biológicos / Neurociencia

Ciencias Médicas y de la Salud / Medicina Básica / Neurociencias

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Ciencias Físicas / Física No Lineal

Ciencias Médicas y de la Salud / Medicina Básica / Neurociencias / Análisis de señales de electroencefalogramas (EEG) e imágenes funcionales (fMRI)

La ibogaína es un potente alcaloide psicodélico que ha sido el foco de una intensa investigación debido a sus intrigantes propiedades anti-adictivas. Según informes anecdóticos, la ibogaína se clasificó originalmente como psicodélica oneirogénica; es decir, induce una actividad cognitiva similar a un sueño mientras se está despierto. Por otra parte el ciclo sueño-vigilia es el ritmo biológico más evidente en las aves y los mamíferos. Dicho ciclo está compuesto por dos estados comportamentales: la vigilia y el sueño, que poseen diferencias tanto fisiológicas como comportamentales. El impacto de la ibogaína sobre la vigilia y el sueño se encuentra relativamente poco estudiado, siendo el sueño un proceso vital con fuertes implicancias en relación a la memoria y los procesos cognitivos. Dentro del sueño se distinguen 2 grandes estados: el sueño de ondas lentas y el sueño REM. Es este último el que ha despertado grandes interrogantes dado la similitud de sus características electrofisiológicas con la vigilia. A su vez, es durante este estado donde ocurren en su mayoría las experiencias oníricas, es decir los sueños. Es debido a la similitud de la experiencia bajo ibogaína con la actividad onírica que emerge este proyecto. Por un lado, ¿cuál es el impacto de la ibogaína sobre la vigilia y el sueño? ¿Son las características electrofisiológicas de este estado similares a las del sueño REM? Este tipo de preguntas podrían arrojar información crítica para entender el efecto anti-adictivo de la ibogaína, así como también sobre los mecanismos de acción de las drogas psicodélicas que están probando ser extremadamente útiles en varias patologías. Por último, mediante el estudio de la relación entre el estado psicodélico inducido por la ibogaína y el sueño REM se podría aportar pistas claves para un mejor entendimiento del sueño REM y sus funciones.

#### **Estudio de la conectividad cerebral mediante ultrasonido funcional (2019 - 2023)**

Tesis de maestría

Sector Educación Superior/Público / Programa de Desarrollo de las Ciencias Básicas / Área Física

(PEDECIBA) / Instituto de Física de Facultad de Ciencias , Uruguay

Programa: Maestría en Física (PEDECIBA)

Tipo de orientación: Cotutor en pie de igualdad ( J. BRUM , NICOLÁS RUBIDO , KUN A.)

Nombre del orientado: Maximiliano Anzibar Fialho

País: Uruguay

Palabras Clave: Ultrasonido funcional Redes funcionales Conectividad cerebral Técnicas experimentales Imagenología

Áreas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Óptica, Acústica / Ultrasonido Funcional

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Biológicas / Biología Celular, Microbiología / Neurobiología

El estudio de la conectividad cerebral ha ocupado un lugar central en la investigación científica de las últimas décadas, particularmente dentro de la física. El desarrollo de técnicas experimentales capaces de obtener imágenes de alta sensibilidad ha permitido construir un entendimiento de la dinámica y estructura del cerebro. Este progreso se debe en parte a la conjunción de distintas disciplinas, como la física, la matemática y la biología, las cuales han contribuido al surgimiento de nuevas técnicas y líneas de investigación ocupadas a comprender mejor el funcionamiento del cerebro (como lo es la neurociencia de redes neuronales, i.e., Network Neuroscience). A pesar de estos grandes avances, los métodos tradicionales de obtención de imágenes del cerebro no resuelven con alta precisión la actividad cerebral en el espacio y el tiempo. Por ejemplo, las magneto-resonancias funcionales consiguen una resolución espacial detallada, pero con poca resolución temporal. Lo opuesto sucede con los electroencefalogramas. Sin embargo, recientemente ha surgido una nueva técnica experimental basada en el uso de ultrasonido e imagenología Doppler, denominada ultrasonido funcional (fUS), la cual posee alta resolución en tiempo y espacio. En esta tesis se plantea estudiar la conectividad funcional en roedores implementando el fUS. Para realizar dicho objetivo, se programará el fUS en el ecógrafo ultrarrápido del Laboratorio de Acústica Ultrasonora del Instituto de Física de la Facultad de Ciencias. A partir de los datos experimentales con fUS se estudiará la respuesta al estímulo en ratones Wild Type construyendo mapas de activación cerebrales y sus redes funcionales asociadas.

### **Predicción sub-estacional de transiciones abruptas de lluvia y secas (2018 - 2023)**

Tesis de doctorado

Sector Educación Superior/Público / Programa de Desarrollo de las Ciencias Básicas / Área Física (PEDECIBA) / Instituto de Física de Facultad de Ciencias , Uruguay

Programa: Doctorado en Física (PEDECIBA)

Tipo de orientación: Cotutor ( NICOLÁS RUBIDO , MARCELO BARREIRO )

Nombre del orientado: Nicolás Díaz

País: Uruguay

Palabras Clave: Redes complejas Análisis 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

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias de la Tierra y relacionadas con el Medio Ambiente / Geociencias multidisciplinaria / Análisis de datos y desarrollo de pronósticos

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias de la Tierra y relacionadas con el Medio Ambiente / Meteorología y Ciencias Atmosféricas / Física No lineal y Mecánica Estadística

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.

### **Sincronización y Extensividad de mapas acoplados en redes regulares (2019 - 2022)**

Tesis de maestría

Sector Educación Superior/Público / Programa de Desarrollo de las Ciencias Básicas / Área Física (PEDECIBA) / Instituto de Física de Facultad de Ciencias , Uruguay

Programa: Maestría en Física (PEDECIBA)

Tipo de orientación: Tutor único o principal

Nombre del orientado: Juan Gancio

País: Uruguay

Palabras Clave: Mecánica Estadística Sistemas Complejos Dinámica No Lineal Entropía e Información

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 / Física No lineal y Mecánica Estadística

Una de las principales contribuciones de la Termodinámica, y luego de la Mecánica Estadística, es que las variables de estado macroscópicas de un sistema con muchos componentes son extensivas. Esto es, cuando un sistema aumenta al doble, sus variables de estado macroscópicas se duplican. Por ejemplo, cuando el número de partículas o el volumen de un gas ideal es duplicado y el sistema alcanza el equilibrio térmico, su energía interna y entropía también se han duplicado. Esta característica se conoce como extensividad. Sin embargo, la observación inicial de sistemas extensivos requiere dos factores que están usualmente ausentes en sistemas complejos: equilibrio e interacciones entre las componentes que puedan ser consideradas como insignificantes. Los sistemas complejos están compuesto de muchas unidades -- las cuales son sistemas dinámicos -- que interactúan entre sí, y por lo tanto, son irreducibles (no se pueden expresar como la superposición de las dinámicas individuales), además de que pueden no alcanzar el equilibrio. Ejemplos de unidades que componen sistemas complejos son las neuronas en el cerebro o los generadores que alimentan la red eléctrica. En general, estos sistemas comparten una fuerte cohesión y pueden auto-organizarse sin la necesidad de un control central. Por lo tanto, analizar la propiedades extensivas de los estados estacionarios colectivos de sistemas complejos -- sean estos atractores extraños, toros, o ciclos límites -- es un problema fundamental de la Física que requiere mayor atención. Entonces, para explorar el problema de la extensividad en sistemas complejos, esta tesis se centra en estudiar la sincronización (donde todos los mapas evolucionan de manera idéntica) y calcular las propiedades extensivas de mapas caóticos acoplados fuera de la sincronización, utilizando la entropía de Kolmogorov-Sinai (el grado de impredecibilidad de las trayectorias) y los exponentes de Lyapunov (la razón de divergencia promedio entre las trayectorias del sistema).

### **Mathematical Principles behind the Transmission of Energy and Synchronisation in Complex Networks** Trabajo relevante

Tesis de doctorado

Sector Extranjero/Internacional/Otros / University of Aberdeen , Escocia

Programa: Doctor of Philosophy

Nombre del orientado: Nicolás Rubido

País: Escocia

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

### **Bifurcaciones en la dinámica acoplada de mapas logísticos**

Tesis de maestría

Sector Educación Superior/Público / Programa de Desarrollo de las Ciencias Básicas / Área Física (PEDECIBA) / Instituto de Física de Facultad de Ciencias , Uruguay

Tipo de orientación: Cotutor en pie de igualdad

Nombre del orientado: Caracé Gutiérrez

País: Uruguay

Palabras Clave: Sistemas dinámicos Redes complejas

Areas 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

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Materiales Condensados / Física No Lineal

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Ciencias Físicas / Física No lineal y Mecánica Estadística

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 ecologistas 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.

### **Sincronización de osciladores electrónicos acoplados**

Tesis de maestría

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

Programa: Maestría en Física (UDELAR-PEDECIBA)

Nombre del orientado: Nicolás Rubido

País: Uruguay

Palabras Clave: Sincronización osciladores de relajación configuraciones de acoplamiento

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 / 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**

Tesis/Monografía de grado

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

Programa: Licenciatura en Física opción Física

Tipo de orientación: Tutor único o principal

Nombre del orientado: Felipe Figueroa

País: Uruguay

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

### **Sincronización y caos en circuitos de Chua acoplados**

Tesis/Monografía de grado

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

Tipo de orientación: Cotutor en pie de igualdad

Nombre del orientado: Juan Gancio

País: Uruguay

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

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Materiales Condensados / Física No Lineal

### **Sincronización y caos en circuitos de Chua acoplados**

Tesis/Monografía de grado

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

Tipo de orientación: Cotutor en pie de igualdad

Nombre del orientado: Felipe Rinderknecht

País: Uruguay

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

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física de los Materiales Condensados / Física No Lineal

## **OTRAS**

### **Relacionamiento entre Comportamiento y Estructura en Sistemas Complejos**

Iniciación a la investigación

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

Tipo de orientación: Tutor único o principal

Nombre del orientado: Rodrigo García

País: Uruguay

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**

Iniciación a la investigación

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

Tipo de orientación: Tutor único o principal

Nombre del orientado: Felipe Figueroa

País: Uruguay

Palabras Clave: sistemas complejos Sincronización Osciladores acoplados

Áreas de conocimiento:

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

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

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**

Otras tutorías/orientaciones

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

Tipo de orientación: Cotutor en pie de igualdad

Nombre del orientado: Joep J. W. Kamps

País: Uruguay

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**

#### **Network's relevance in the communication between components of noisy complex systems (2023)**

Tesis de doctorado

Sector Extranjero/Internacional/Otros / University of Aberdeen / Institute for Complex Systems

and Mathematical Biology , Reino Unido  
Programa: PhD in Applied Mathematics  
Tipo de orientación: Tutor único o principal  
Nombre del orientado: Mohammad Hmaad Ali Mogri  
País/Idioma: Reino Unido,  
Palabras Clave: Stochastic System Networks Complex System  
Areas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Matemática Aplicada / Dinamica Estocastica  
Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Estadística y Probabilidad / Teoria de Grafos  
Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Ciencias Físicas / Dinamica No Lineal  
Many natural and synthetic systems rely on communication among their components, such as neural circuits, power-grids, or high-performance computations. These systems have nodes with intrinsic dynamics (such as neurons, power stations, or processing elements), some level of noise (such as extra-cellular inputs, power fluctuations, or randomness in the update rules), and interactions (such as the neural synapses, transmission lines, or algorithmic synchronisation), which generally improve the system's performance or resilience if they conform a complex network (Bashan et al., 2013; Rubido et al., 2014; Gao et al., 2016). Because of the presence of noise, these systems show stochastic dynamics that can be modelled by Langevin equations. For example, neural circuits have been modelled by the Wilson-Cowan (WC) model (Iwasaki & Gomi, 2004; Deco et al., 2009; Brinkman et al., 2022), frequency dynamics in power-grids has been modelled by Fokker-Planck equations (Wang & Crow, 2013; Anvari et al., 2020; Gorjão et al., 2020), and massively paralleled computation by discrete-event simulation follow the non-equilibrium surface growth model (Korniss et al., 2000; Korniss et al., 2003; Guclu et al., 2006) given by the famous Kardar-Parisi-Zhang (KPZ) equation. Research is then focused on trying to find the steady-state probability distribution. However, after finding the steady-states, there are still open questions to be answered, such as how relevant the network topology is to the information generated and transmitted between the components (nodes). In order to fill this gap, we aim to analyse the information generated and transmitted in networks of coupled Langevin equations, where the information generation can be quantified by the entropy of the system (Shannon, 1948) and the transmission of information by the mutual information (Shannon, 1948) and N-point correlations (Weinberg, 1995).

## Otros datos relevantes

### PREMIOS, HONORES Y TÍTULOS

#### **Profesor Ad Honorem (2021)**

(Internacional)

Universidad Nacional de General San Martín, Escuela de Ciencia y Tecnología, San Martín, Argentina

Participar en los diversos bloques de Neurociencia Computacional, tanto en el primer semestre como en el segundo, por su expertise en temas específicos de redes complejas y caos. Estará también colaborando con el dictado de la materia optativa Introducción a la Neurociencia Cognitiva Integrativa y Neurociencia Cognitiva Integrativa e Introducción a la Neurociencia Computacional y Neurociencia Computacionales del proyecto subsidiado por el National Institutes Of Health (NIH).

#### **AIP Editorial Highlight - "Taming Chaos: Calculating Probability in Complex Systems" (2018)**

(Internacional)

AIP publishing

<https://publishing.aip.org/publications/latest-content/taming-chaos-calculating-probability-in-complex-systems/> Highlight of article: N. Rubido, C. Grebogi, and M. S. Baptista, "Entropy-based Generating Markov Partitions for Complex Systems", Chaos 28(3), 033611 (2018)

#### **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.

#### **EPJ Editorial Highlight - "Electronic counterpart to ecological models revealed - Peering into the future**

### **of populations with the help of complex networks of predictive maps" (2016)**

(Internacional)

European Physics Journal B

<https://www.epj.org/epjb-news/1046-epjb-highlight-electronic-counterpart-to-ecological-models-revealed> 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(3), 1-8 (2016). DOI: 10.1140/epjb/e2016-60986-8

### **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

### **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 student’s 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

### Seminar cycle of the Department of Mathematics and Statistics of the University of Exeter (2024)

Seminario

Charla: "Critical parameters of the synchronisation's stability for coupled maps in regular graphs"

Reino Unido

Tipo de participación: Conferencista invitado

Carga horaria: 2

Nombre de la institución promotora: University of Exeter

Alcance geográfico: Regional Palabras Clave: Sistemas Dinamicos Redes Complejas Mecánica

Estadística Termodinámica

Areas de conocimiento:

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

Abstract: Coupled Map Lattice (CML) models are suitable to study spatially extended behaviours, such as wave-like patterns, spatio-temporal chaos, and synchronisation. In CMLs, synchronisation emerges when all the maps have their state variables with equal magnitude, forming a spatially uniform pattern that evolves in time. In this talk, I will show some closed-form expressions that we derived for the critical values of parameters that control the synchronisation-manifold's stability of diffusively coupled, identical, chaotic maps in generic regular graphs (i.e., graphs with uniform node degrees) and class-specific cyclic graphs (i.e., periodic lattices with cyclical node permutation symmetries). These parameters include the coupling strength, maximum Lyapunov exponent, and link density, which reveal interesting implications to the synchronisation properties of CMLs. Our derivations are based on the Laplacian matrix eigenvalues. In particular, we show that all regular graphs can be classified into two classes (according to a topological condition and the stability of the synchronisation manifold), and derive closed-form expressions for the smallest non-zero eigenvalue and largest eigenvalue of 2 types of cyclic graphs:  $k$ -cycles (i.e., regular lattices of even degree  $k$ , which can be embedded in  $T^k$  tori) and  $k$ -Möbius ladders, which we introduce to generalise the Möbius ladder of degree  $k = 3$  so that we can extend our analyses to the thermodynamic limit. Our results highlight differences in the synchronisation manifold's stability of these cyclic graphs, even for identical node degrees, and for the finite and infinite limit-size.

### Aberdeen Astronomical Society meeting (2024)

Seminario

Charla de divulgación (12 MAR 2024): Stability of the Solar System and Chaos

Reino Unido

Tipo de participación: Expositor oral

Carga horaria: 2

Nombre de la institución promotora: Aberdeen Astronomical Society

Alcance geográfico: Local Palabras Clave: Sistema Solar Estabilidad Orbitas Planetarias Caos

Areas de conocimiento:

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

Abstract: Is the solar system stable? Will the planets' elliptical orbits eventually come undone?

Similar questions have been asked for centuries from philosophers and scientists alike, such as Isaac Newton, Pierre-Simon Laplace, Joseph Louis Lagrange, Henri Poincaré, and Vladimir Arnold, to name a few. Each time an answer was thought to be conclusive, another question or issue was raised. Newton thought it was unstable; but he thought that when that would happen, God would jump in and restore order. 100 years later, Laplace and Lagrange concluded it was in fact stable, but after another 100 years, Poincaré's calculations indicated it cannot be. In the 20-th century Arnold found that the Solar System was stable. This back-and-forth continues. In general, we could think that having Newton's laws of motion and the complete chart of each body in the solar system, we should get an unequivocal answer to the question. Even if the answer cannot be found on paper, we could nowadays use the help of a supercomputer to do the calculations for us? bearing in mind that numerical calculations carry small errors due to the discretisations needed to implement them. However, answers are still inconclusive, so research is still ongoing. The reason behind the difficulty

in answering the stability question is the number of bodies in the Solar System, known as the N-body problem, which implies tracking many gravitational perturbations that can add to create unexpected behaviours, i.e., chaos. Poincaré showed that chaos emerged for most initial conditions when considering  $N = 3$  bodies, which means that even for such a reduced system of bodies we cannot make long-term predictions? this a characteristic of chaos, which is responsible for the uncertainties in weather prediction beyond a few days. So, in this talk, I will go over the stability problem of the Solar System by introducing some properties of chaotic behaviour in simple systems and highlighting the challenges from the N-body problem, which led to some of the answers found up to date.

#### **BioInference conference (2024)**

Congreso

Small-worldness favours network inference in synthetic neural networks

Reino Unido

Tipo de participación: Expositor oral

Carga horaria: 24

Nombre de la institución promotora: University of Warwick

Alcance geográfico: Internacional Palabras Clave: Statistics Inference Data Analysis Mathematical Modelling Biological systems

Areas de conocimiento:

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

Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Estadística y Probabilidad / Análisis de datos

Launched in 2022, BioInference aims to bring together researchers from across statistics and mathematical modelling who work with biological systems, and from all career stages, to foster discussions between the two communities and to prompt collaborations. This year, BioInference 2024 conference will take place at the University of Warwick on 5th-7th June 2024.

#### **Ciclo de seminarios de la Universidad Autónoma de Entre Ríos (2023)**

Seminario

Charla de divulgación: "Estudios multidisciplinares desde la perspectiva de un Físico: el rol de la dinámica no lineal y las redes complejas"

Argentina

Tipo de participación: Conferencista invitado

Carga horaria: 2

Nombre de la institución promotora: Universidad Autónoma de Entre Ríos

Alcance geográfico: Local Palabras Clave: Sistemas Complejos Sincronización Caos

Areas 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 / Matemáticas / Matemática Aplicada / Redes Complejas/Teoría de Grafos

Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Estadística y Probabilidad / Análisis de datos

Ciencias Médicas y de la Salud / Medicina Básica / Neurociencias / Análisis de señales de electroencefalogramas (EEG) e imágenes funcionales (fMRI)

En esta charla discutiré sobre algunas de mis líneas de investigación y su relación con las áreas de la dinámica no lineal y las redes complejas. Estas líneas de investigación se basan mayormente en desarrollar o aplicar métodos a distintos problemas que surgen fuera de la Física clásica y se enmarcan en lo que se conoce como el estudio de los sistemas complejos. Los sistemas complejos son aquellos que poseen muchas componentes o unidades que interactúan no trivialmente, de manera que los comportamientos colectivos emergentes no pueden explicarse estudiando las dinámicas aisladas de las componentes; es decir, escapan al paradigma reduccionista. En particular, hablaré de algunos estudios sobre la estabilidad de redes eléctricas, la sincronización de luciérnagas y neuronas, la realización de análisis electrofisiológicos e imagenológicos del cerebro para estudiar la conciencia y sus alteraciones (por ejemplo, debido a neuropatías), y el desarrollo de predicciones y modelos atmosféricos a escalas intraestacionales (es decir, a escalas mayores a las sinópticas de los pronósticos meteorológicos, pero menores a las escalas estacionales y anuales de los pronósticos climatológicos). Vale destacar que estos problemas de carácter práctico/aplicado han generado también nuevas preguntas de carácter fundamental, con desarrollos de modelos abstractos y la necesidad de nuevas metodologías (tanto teóricas como de manejo de datos), por lo que estos problemas también alimentan a la investigación fundamental.

### Dynamics Days Europe (2023)

Congreso

Critical parameters of the synchronisation's stability for coupled maps in regular graphs

Italia

Tipo de participación: Expositor oral

Carga horaria: 40

Nombre de la institución promotora: Università degli Studi di Napoli Federico II

Alcance geográfico: Internacional Palabras Clave: Dynamical Systems Complex Systems Nonlinear

Dynamics Chaos Turbulence Mathematical Modelling

Areas de conocimiento:

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

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

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

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

Talk: Coupled Map Lattice (CML) models are particularly suitable to study spatially extended behaviours, such as wave-like patterns, spatio-temporal chaos, and synchronisation. Complete synchronisation in CMLs emerges when all maps have their state variables with equal magnitude, forming a spatially uniform pattern that evolves in time. In this talk, I will show some closed-form expressions that we derived for the critical values of parameters that control the synchronisation-manifold's linear stability of diffusively coupled, identical, chaotic maps in generic regular graphs (i.e., graphs with uniform node degrees) and class-specific cyclic graphs (i.e., periodic lattices with cyclical node permutation symmetries). These parameters include the coupling strength, maximum Lyapunov exponent, and link density, which reveal interesting implications to the synchronisation properties of CMLs. Our derivations are based on the Laplacian matrix eigenvalues, which we show reveal that all regular graphs can be classified into two classes according to a topological condition. We also derive closed-form expressions for the smallest non-zero eigenvalue and largest eigenvalue of 2 classes of cyclic graphs:  $k$ -cycles (i.e., regular lattices of even degree  $k$ , which can be embedded in  $T^k$  tori) and  $M$ -buis ladders, which we introduce to generalise the  $M$ -buis ladder of degree  $k = 3$  and extend our analyses to the thermodynamic limit. Our results highlight differences in the synchronisation manifold's stability of these cyclic graphs, even for identical node degrees, and for the finite and infinite limit-size.

### Dynamics Days Europe (2022)

Congreso

Finding the resistance distance and eigenvector centrality from the network's eigenvalues

Reino Unido

Tipo de participación: Conferencista invitado

Carga horaria: 40

Nombre de la institución promotora: University of Aberdeen Palabras Clave: Nonlinear Dynamics

Chaos Bifurcations Critical Phenomena Statistical Physics Fractals Turbulence Synchronisation

Areas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Matemática Aplicada / Análisis Espectral

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

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Ciencias Físicas / Física No Lineal

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

ABSTRACT There are different measures to classify a network's data set, which have different success rates depending on the problem. For example, the resistance distance and eigenvector centrality measures have been successful in revealing ecological pathways and differentiating between biomedical images of patients with Alzheimer's disease, respectively. The resistance distance measures an effective distance between two nodes of a network taking into account all possible shortest paths between them, and the eigenvector centrality, measures the relative importance of each node in the network. However, both measures require knowing the network's eigenvalues and eigenvectors. Here, we show that we can closely approximate [find exactly] the resistance distance [eigenvector centrality] of a network only using its eigenvalue spectra, where we illustrate this by experimenting on resistor circuits, real neural networks (weighted and unweighted), and paradigmatic network models ? scale-free, random, and small-world networks. Our results are supported by analytical derivations, which are based on the eigenvector-eigenvalue identity. Since the identity is unrestricted to the resistance distance or eigenvector centrality measures, it can be applied to most problems requiring the calculation of eigenvectors.

### Alzheimer's Association International Conference (2022)

Congreso

Dynamic Functional Brain Networks in Alzheimer's Disease and Healthy Ageing

Estados Unidos

Tipo de participación: Poster

Carga horaria: 30

Nombre de la institución promotora: Alzheimer Association Palabras Clave: Alzheimer Pathogenesis Biomarkers Clinical manifestations Drug development Imaging Neuroscience Dementia

Background ? Brain network analysis from resting-state functional MRI (fMRI) has helped us to understand cortical activity in dementia. Likewise, dynamic brain networks' analysis, which takes into account temporal fluctuations in the resting-state fMRI signal, has helped to reveal patterns of activity, usually averaged out by the conventional functional network analysis. These patterns of activity, or dynamic networks, reveal transient (meta-stable) dynamics. Dynamic functional networks analysis from fMRI data has shown a potential to unveil clinically relevant information. Method ? Resting-state fMRI from 187 participants belonging to Alzheimer's Disease (AD) and cognitively-normal Healthy Elderly (HE) from the ADNI-3 database were analysed. Functional network was constructed from fMRI signal of the 121 cortical and sub-cortical regions of the Julich Atlas for each participants, and averaged across the two study groups. Dynamic functional connectivity is calculated using sliding window approach and compared to conventional ('static') functional connectivity within each study group and between them. Result ? Significant differences when comparing AD with HE individuals were found in the dynamic, but not static functional networks. These differences were restricted to the white matter regions, and to the inferior and superior parietal, and somatosensory cortices. Conclusion ? Our results demonstrate the existence of common and distinct patterns of static and dynamic brain connectivity in HE and AD, which highlight the importance of including non-stationary information into the brain network analysis in Alzheimer's disease.

#### **Infrastructure for Fragmented Cities: South America (INFRA+) (2021)**

Congreso

The Resistance Distance as a measure to diagnose bottle-necks in transport networks

Brasil

Tipo de participación: Conferencista invitado

Carga horaria: 40

Nombre de la institución promotora: Universidade de São Paulo, Brazil ? University of Manchester, United Kingdom Palabras Clave: Transportation Networks Distribution Networks Resilient Cities Environmental Challenges

Areas de conocimiento:

Ingeniería y Tecnología / Ingeniería Civil / Ingeniería del Transporte

Ingeniería y Tecnología / Ingeniería Civil / Ingeniería Municipal y Estructural

Ingeniería y Tecnología / Ingeniería del Medio Ambiente / Sensores Remotos

Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Matemática Aplicada

Transport networks need to deal with an ever increasing traffic flow. This implies designing (or modifying) infrastructures such that they avoid the emergence of traffic bottle-necks, offering some redundancy for possible path diversions. In this talk, I am going to present the resistance distance as a measure to quantify the presence of structural bottle-necks in transport networks.

#### **SINAPSE annual scientific meeting (2021)**

Encuentro

Dynamic functional networks in Alzheimer's disease, mild-cognitive impairment, and healthy ageing

Reino Unido

Tipo de participación: Expositor oral

Carga horaria: 16

Nombre de la institución promotora: University of Glasgow Palabras Clave: Brain Imaging Imaging Analysis Functional Networks Neurodegeneration Alzheimer's Disease

Areas de conocimiento:

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

Ciencias Médicas y de la Salud / Medicina Básica / Patología / Neurodegeneración

Ciencias Médicas y de la Salud / Biotecnología de la Salud / Biotecnología relacionada con la Salud / Magnetoresonancia

Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Matemática Aplicada / Analisis de Datos

The analysis of brain networks from functional MRI (fMRI) has helped to better understand the cortical activity and its changes in neurodegenerative disorders that cause dementia. Here, we present a comparative analysis of functional brain networks in individuals with Alzheimer's disease (AD), Mild Cognitive Impairment (MCI) and cognitively normal healthy elderly (HE). We have

analysed consistency and differences of the static and dynamic functional-networks between the study groups at the lobe level using two well established brain parcellations (brain atlases). Our results show common and distinct patterns of brain connectivity between the groups.

#### **British Applied Mathematics Colloquium (BAMC) (2019)**

Congreso

Presentación oral: Small- worldness favours network inference

Inglaterra

Tipo de participación: Conferencista invitado

Carga horaria: 40

Nombre de la institución promotora: University of Bath Palabras Clave: Nonlinearity Networks

Applied Mathematics

Areas de conocimiento:

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

University of Bath 24 al 26 de abril, 2019

#### **5th Conference on Perspectives in Nonlinear Dynamics (PNLD) (2019)**

Congreso

Presentación oral: What topological factors affect network inference?

Brasil

Tipo de participación: Conferencista invitado

Carga horaria: 40

Nombre de la institución promotora: Universidade Estadual Paulista - Instituto de Física Teórica

Palabras Clave: Nonlinear Physics Applied Mathematics Complex Systems

Areas de conocimiento:

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

Complejos y Física no Lineal

São Paulo, Brasil 16 al 19 de julio, 2019

#### **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.

#### **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 system's behaviour from its network's topology) and top-down (i.e., infer its network topology from its behaviour) approaches to study complex systems in a controlled experimental fashion.

#### **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

Areas de conocimiento:

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

#### **IV Dynamics 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 Dinamicos

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.

#### **XXXVI Dynamics 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 Dinámicos  
 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).

#### **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

#### **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

#### **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

#### **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

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

#### **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

Areas de conocimiento:

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

Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Matemática Aplicada

#### **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-Planck Institute for Complex Systems, Dresden Palabras

Clave: Complex systems Network inference Data analysis Neuro-science Climate Networks

Areas 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

#### **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-Planck Institute for Complex Systems, Dresden Palabras

Clave: Complex systems Network inference Data analysis Neuro-science

Areas de conocimiento:

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

Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Estadística y Probabilidad

#### **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

#### **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

#### **Estancia de colaboracion 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 Politecnica de Catalunya Palabras Clave:  
Networks Complex systems Power-grid networks  
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

#### **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-Plank Institute for Complex Systems, Dresden Palabras  
Clave: Complex systems Network inference Data analysis Neuro-science  
Areas de conocimiento:  
Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas / Física Atómica, Molecular y Química

#### **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 Fenomenos criticos Edge Capacity

#### **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-Plank Institute for Physics of Complex Systems Palabras  
Clave: sistemas complejos Teoria de grafos Mecanica Estadistica

#### **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

#### **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  
Teoria de la informacion

#### **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

#### **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

#### **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 dealt 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 Materia 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 Areas 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 Lighthill-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**

#### **Networks of Izhikevich neurons Synchronization and network inference (2024)**

Candidato: Raul de Palma Aristides

Tipo Jurado: Tesis de Doctorado

Hilda Cerdeira , Ana Amador , Antonio M. Batista , Antonio C. Roque , NICOLÁS RUBIDO

Doutorado em Física / Sector Extranjero/Internacional/Otros / Institución Extranjera /

Universidade Estadual Paulista / Brasil

País: Brasil

Idioma: Inglés

Palabras Clave: Synchronization Izhikevich Neuron Master Stability Function Kalman Filter

Complex Networks Network Inference

Areas 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 / Matemáticas / Matemática Aplicada / Redes Complejas/Teoría de Grafos

In this thesis, we delve into two interconnected realms: the stability of synchronized states in networks of Izhikevich neurons and the challenge of network inference within complex systems. The motivation stems from the ubiquity of complex networks in nature, where synchronization often occurs, presenting an intricacy when the underlying network structure is unknown. The analytical foundation of our investigation lies in the application of the Master Stability Function (MSF) formalism to study the stability of synchronized states in networks of Izhikevich neurons. Despite the Izhikevich model's widespread use, this study represents the first application of the MSF to the Izhikevich model, which was made possible by using the Saltation Matrices approach.

#### **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 / Uruguay

País: Uruguay

Idioma: Inglés

Palabras Clave: Redes Complejas Climatología Oceanografía Sincronización Sistemas Dinámicos

Areas de conocimiento:

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

Meteorología y Ciencias Atmosféricas / Climatología

#### **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 / 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

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

Candidato: Nicolás Díaz  
 Tipo Jurado: Tesis de Maestría  
 PABLO MONZÓN , RAÚL DONANGELO , ARTURO LEZAMA , DANIEL ARIOSAS , NICOLÁS RUBIDO  
 Maestría en Física (UDELAR-PEDECIBA) / Sector Educación Superior/Público / Universidad de la República / Facultad de Ciencias / Uruguay  
 País: Uruguay  
 Idioma: Inglés  
 Palabras Clave: Caminata al azar Mecánica Cuántica  
 Areas 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

### **CONSTRUCCIÓN INSTITUCIONAL**

Delegado docene: Comisión de Instituto de Física de la Facultad de Ciencias (desde Noviembre 2016 a Noviembre 2018, Exp. 240200-001041-16). Delegado suplente: Comisión de Carrera de la Licenciatura en Física (Abril 2016 a Abril 2018, Exp. 240200-000177-16). Delegado docente: Comisión de posgrado de PEDECIBA del área Física (desde Marzo 2015 a Marzo 2020). Miembro de la comisión designada para elaborar un proyecto que describa los lineamientos para la creación de un Instituto de Estudios Avanzados en Físicas y Matemáticas (IEAFIMA). Delegado estudiantil: Comisión de posgrado de PEDECIBA del área Física (desde Setiembre 2009 a Setiembre 2010, Exp. 240200-000521-09).

### **Indicadores de producción**

<b>ACTIVIDADES</b>	<b>28</b>
Proyectos Investigación Desarrollo	1
Docencia	17
Gestión Académica	2
Dirección Administración	1
Pasantía	7
<b>PRODUCCIÓN BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>55</b>
Artículos publicados en revistas científicas	47
Completo	47
Artículos aceptados para publicación en revistas científicas	1
Completo	1
Trabajos en eventos	5
Libros y Capítulos	2
Libro publicado	1
Capítulos de libro publicado	1

<b>PRODUCCIÓN TÉCNICA</b>	<b>19</b>
Trabajos técnicos	10
Otros tipos	9
<b>EVALUACIONES</b>	<b>57</b>
Evaluación de proyectos	5
Evaluación de eventos	3
Evaluación de publicaciones	31
Evaluación de convocatorias concursables	11
Jurado de tesis	7
<b>FORMACIÓN RRHH</b>	<b>15</b>
<b>Tutorías/Orientaciones/Supervisiones concluidas</b>	<b>14</b>
Tesis de maestría	4
Tesis de doctorado	4
Iniciación a la investigación	2
Otras tutorías/orientaciones	1
Tesis/Monografía de grado	3
<b>Tutorías/Orientaciones/Supervisiones en marcha</b>	<b>1</b>
Tesis de doctorado	1