

Libro Blanco de los Sistemas Complejos Socio-tecnológicos

Red de Excelencia SocioComplex

SocioComplex
Red de Excelencia
RS2015-7795-REDT



GOBIERNO
DE ESPAÑA

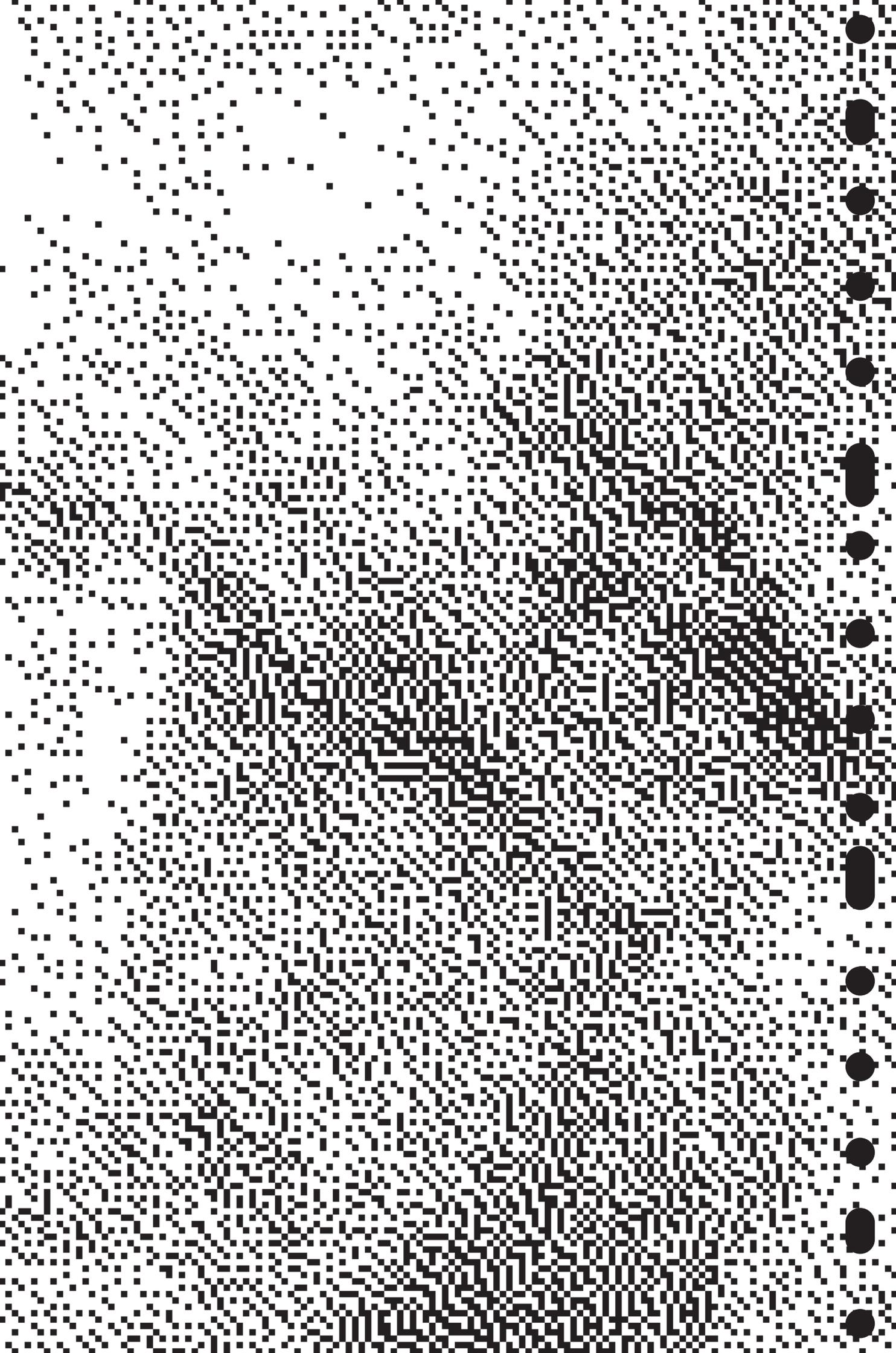
MINISTERIO
DE ECONOMÍA, INDUSTRIA
Y COMPETITIVIDAD



FEDER

Fondo Europeo de
Desarrollo Regional

UNIÓN EUROPEA
"Una manera de hacer Europa"



Este libro blanco analiza por primera vez las principales fuerzas de la investigación española en ciencias de la complejidad en el contexto de los sistemas socio-tecnológicos.

El Libro Blanco de los Sistemas Complejos Socio-Tecnológicos forma parte del conjunto de acciones realizadas por la red temática SocioComplex FIS2015-71795-REDT financiada por parte del Ministerio de Economía, Industria y Competitividad – Agencia Estatal de Investigación y del Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER).

La Red SocioComplex está formada por la Universitat de Barcelona (coordinación), Fundación IMDEA Networks, Instituto de Física Interdisciplinar y Sistemas Complejos (CSIC-Universitat Illes Balears), Universidad de Burgos, Universidad Carlos III de Madrid, Universitat Rovira i Virgili, Universitat de València y Universidad de Zaragoza - Instituto de Biocomputation y Física de los Sistemas Complejos.

Barcelona, noviembre de 2017
DOI: 10.5281/zenodo.1205216
El documento está publicado bajo licencia
Creative Commons de Reconocimiento
4.0 Internacional (CC BY 4.0).
Web: sociocomplex.net
Logo: CCBY4.0

SUMARIO

Introducción p. 6

Objetivos de la red SocioComplex p. 9

Logros de la red p. 10

Temáticas más relevantes p. 11

Ciencia social computacional p. 11

Modelos basados en agentes
y teoría de juego p. 12

Redes Complejas p. 13

Datos y experimentos p. 14

Relación universidad-empresa p. 15

Complexity Killed The Cat, SL p. 18

Dribia, SL p. 18

Kampal Data Solutions, SL p. 19

Políticas Públicas p. 20

Responsabilidad en la investigación (RRI) p. 23

Impacto académico p. 27

Conclusiones y recomendaciones p. 31

Anexo: Listado de publicaciones p. 37

2013 p. 37

2014 p. 39

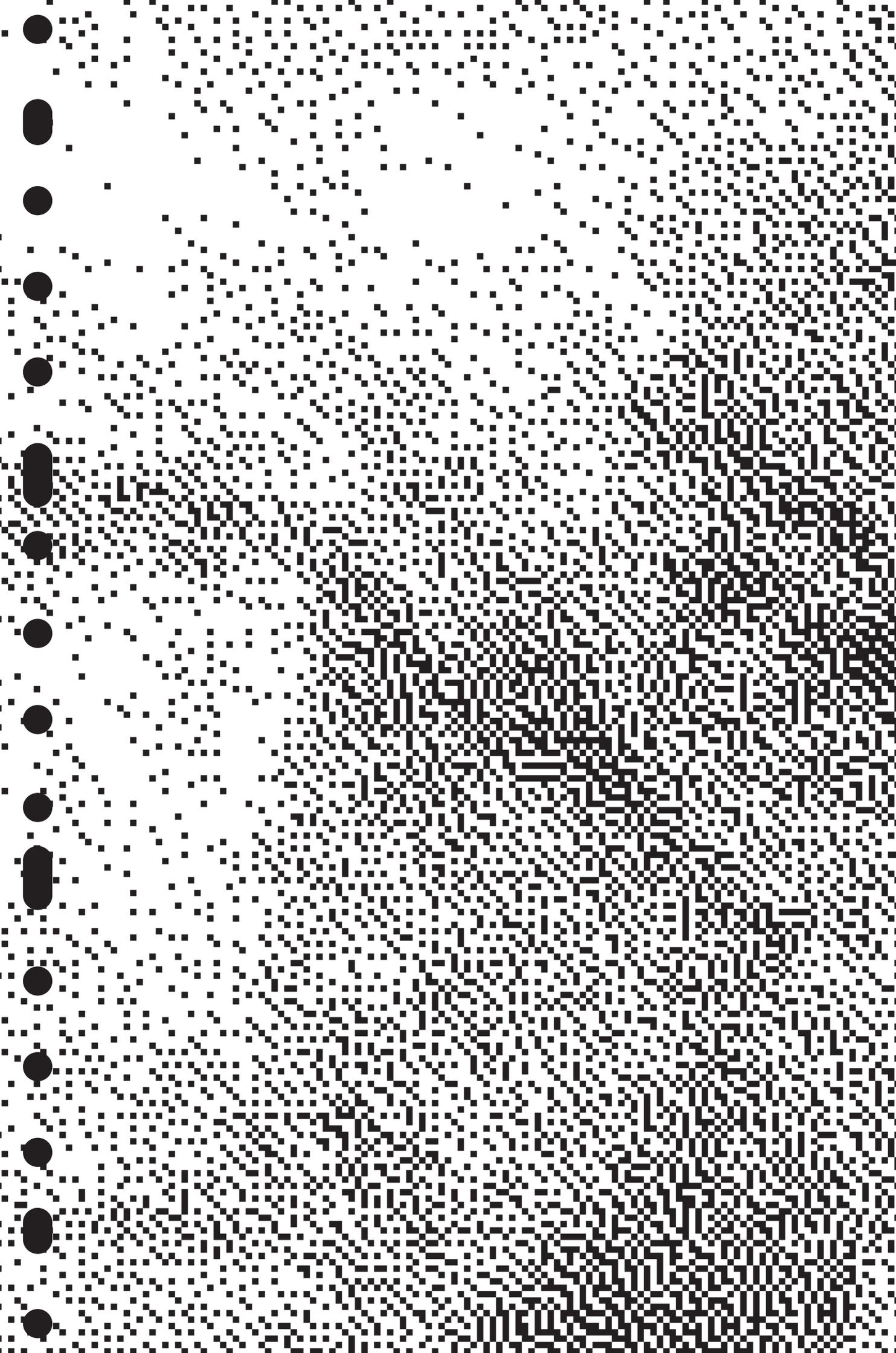
2015 p. 41

2016 p. 44

2017 p. 46

Relatores p. 50

Los grupos que constituyen la Red
pertenecen p. 52



INTRODUCCIÓN

A continuación presentamos el Libro Blanco de los Sistemas Complejos Socio-Tecnológicos elaborado por la Red de Excelencia SocioComplex la cual está formada por más de 40 investigadores de 8 grupos de investigación de facultades de Física, Ingeniería y Matemáticas de las principales universidades españolas.

El objetivo del Libro Blanco es presentar el punto en el que se encuentra la investigación en el ámbito de la complejidad y los sistemas Socio-Tecnológicos actualmente a la vez que facilitar una discusión crítica sobre la actividad realizada. Este documento está pensado para que la sociedad civil en su conjunto, incluyendo los organismos financiadores, los centros de investigación, las universidades y cualquier otra entidad responsable de políticas científicas, pueda tener una referencia y conocer las principales líneas de investigación que han venido desarrollándose los últimos cuatro años.

Este documento no tiene precedentes en el campo y este primer paso tiene una voluntad continuista para así poder analizar la evolución este campo tremendamente dinámico e interdisciplinario.

La palabra «complejidad» procede de la raíz latina *Pléctere*, que significa «entrelazar».

En el mundo complejo en el que vivimos hoy en día, en el que multitud de factores están intrínsecamente entrelazados entre sí, la interacción entre estos factores crea información adicional no visible antes por el observador. Es decir, configuran una realidad en la que «el todo es más que la suma de sus partes». Así pues, un sistema complejo posee más información que cada una de las partes que lo conforma. Entonces, resulta necesario entender el sistema como un todo, más allá de conocer la naturaleza misma de sus componentes individuales y de su relación. El resultado de dicha relación es la aparición de nuevas propiedades que no pueden explicarse a partir de las propiedades de los elementos aislados. Estas propiedades, denominadas propiedades emergentes, han comenzado a ser estudiadas con nuevas herramientas y conceptos originados en la interdisciplinariedad de varios campos de la ciencia como la física, la biología, la sociología, la economía, la química, etc.

Los sistemas complejos no son de ninguna manera casos raros ni curiosidades sino que dominan la estructura y el funcionamiento del universo. Algunos ejemplos de sistemas complejos son los cúmulos de galaxias, las redes sociales, las redes de aeropuertos, los precios en los mercados financieros, el clima global

de la o el cerebro humano, entre muchos otros. El estudio de este tipo de sistemas busca, en última instancia, comprender el comportamiento y las propiedades de todo el sistema que no pueden derivarse directamente del estudio de las propiedades de sus partes por separado. En el ámbito socio-económico, por ejemplo, la ciencia de los sistemas complejos permite explicar el comportamiento agregado de la sociedad y su economía como fenómenos emergentes surgidos de las conductas individuales de los miembros que la conforman.

Las ciencias de la complejidad tiene una posición privilegiada para contribuir de manera decisiva al avance del conocimiento en los sistemas sociales y económicos.

En este contexto, la gran cantidad de datos generados por las tecnologías de la información han brindado una oportunidad sin precedentes para explorar las interacciones humanas y comprender mejor los sistemas sociales y económicos. Además, la presencia de las nuevas tecnologías proporciona nuevos medios para una interacción efectiva entre las personas y desencadena la aparición de nuevos fenómenos sociales.

Objetivos de la Red SocioComplex

La motivación tras la construcción de una red de este tipo es la necesidad de promover la comunicación entre los diferentes grupos de investigación, de impulsar las actividades de I+D+I y contribuir al avance del conocimiento, así como de afrontar los desafíos de la investigación española en el ámbito estatal como en el internacional. El objetivo de la Red es unir las principales fuerzas de la investigación española en ciencias de la complejidad, con el fin de aportar soluciones innovadoras para una mejora social y económica.

Las metas de la Red han sido la construcción de canales de comunicación y herramientas que ayuden a multiplicar el impacto y las destrezas científicas, la realización de encuentros para compartir los avances y las técnicas aplicadas, la organización de una escuela de verano de gran impacto para la siguiente generación de investigadores, proponer un mapa de ruta que guíe el futuro de la ciencia de la complejidad capaz de responder a los desafíos sociales (tanto en el estado como a nivel internacional) y la creación de un entorno basado en el modelo de Cuádruple Hélice, modelo en el que gobierno, industria, academia y sociedad civil trabajen conjuntamente para crear el futuro y conducir los cambios estructurales mucho más allá del alcance de lo que cualquier organización o persona podría hacer por sí sola. Con todo esto se pretende afrontar los mayores desafíos sociales actuales, tales como la respuesta a situaciones de crisis, la resiliencia, la democracia o las ciudades sostenibles, así como proporcionar soluciones industriales en el contexto del análisis de datos y de la inteligencia de negocio.

Logros de la Red

Una de las principales temáticas que se ha tratado dentro de la Red es la ciencia social computacional, dentro de la que se ha medido el impacto de la actividad agrícola en las comunicaciones y los procesos de emigración en Senegal, así como la mejora de los métodos de enseñanza sobre las consecuencias de la desinformación en el ámbito de la economía a través de simulaciones. Mediante modelos basados en agentes y teoría de juegos se ha analizado la cooperación entre grupos de personas y en la sociedad en general, en situaciones en las que es posible beneficiarse del esfuerzo de los demás sin contribuir a la causa común (p. ej., en lucha contra el cambio climático). Dentro de esta temática, una meta a largo plazo es ser capaces de modelar la sociedad como un todo partiendo de los comportamientos individuales. Utilizando redes complejas se han estudiado problemáticas tan diversas como la congestión viaria o la difusión de epidemias a través de las redes humanas. El análisis de datos relacionados con la comunicación humana ha ayudado, por ejemplo, a detectar tendencias y estados de opinión, a conocer diversos aspectos sobre qué se dice en las redes sociales y desde dónde se dice, a detectar fenotipos consistentes con pautas de comportamiento bien definidas o a clasificar a los jugadores según si predomina su carácter optimista, pesimista o envidioso. También se han tratado temáticas tan diversas como la cooperación humana, el riesgo de los mercados financieros, la organización empresarial eficiente y la identificación comunitaria.

El Libro Blanco sigue con una sección de análisis de las publicaciones de la Red y la evaluación de algunos de los índices que miden el impacto internacional de la investigación realizada. En la tercera sección presentamos el esfuerzo en identificar las principales temáticas que han venido desarrollándose los últimos años por los miembros de la Red de Excelencia SocioComplex. Hemos ordenado este apartado en cuatro grandes bloques que engloban la totalidad de la investigación: (1) ciencia social computacional, (2) modelos basados en agentes y teoría de juegos, (3) redes complejas, y (4) datos y experimentos. En la cuarta sección aparece el análisis de la relación entre universidad-empresa con una revisión del grado de la transferencia de conocimiento y con la aportación de la perspectiva de proyectos empresariales que han salido de la universidad como Complexity Killed the Cat, Dribia o Kampal Data Solutions. La quinta sección trata la relación universidad – al sector público a partir de un análisis de la capacidad de SocioComplex para realizar asesoramiento público y el impacto que se desearía tener en el futuro. En la última sección la Red ha aprovechado la oportunidad para poner en común diversas reflexiones en el ámbito de la responsabilidad en la investigación y ha evaluado la actividad de la Red en función de los criterios marcados por la Declaración de Bruselas y el proyecto Horizon 2020. A modo de conclusión se propone un decálogo de revisión y propuestas de futuro que se impone la Red además de un listado de las publicaciones de los miembros de SocioComplex los últimos cuatro años que constata la buena salud del campo.

TEMÁTICAS MÁS RELEVANTES

La Red de Excelencia en Sistemas Complejos Socio-Tecnológicos (SocioComplex) pone el acento en cuatro ejes complementarios y entrecruzados en los que grupos de investigación a nivel estatal destacan especialmente. Los últimos años se han realizado estudios muy relevantes en los siguientes ejes temáticos: la ciencia social computacional (computational social science, en inglés) los modelos basados en agentes y la teoría de juegos, las redes complejas y el uso de datos masivos para fundamentar cualquier investigación en este ámbito.

Ciencia social computacional

La ciencia social computacional es un marco de trabajo coincidente con las temáticas de las investigaciones en sistemas complejos Socio-Tecnológicos aunque no plantea de manera tan explícitos los conceptos propios de las ciencias de la complejidad y por lo tanto no resulta, al menos aparentemente, tan cercana a la física o a otras aproximaciones transversales procedentes de otras disciplinas que no sean las ciencias de la computación. En cualquier caso, la ciencia social computacional se está erigiendo como una disciplina de marcado carácter interdisciplinar enfocada a entender las ciencias sociales utilizando la computación en todas sus escalas -organizacionales, temporales y espaciales- posibles. Académicamente engloba a las diferentes subdisciplinas de las ciencias sociales en las que se pueden utilizar aproximaciones computacionales junto con el análisis de gran cantidad de datos para entender fenómenos sociales y económicos. Su objetivo multiescala es efectivamente un vínculo muy fuerte con las metodologías de los sistemas complejos, formados por muchos componentes que interactúan generando con la interacción diferentes propiedades. Entre estas metodologías se pueden entonces mezclar también la física estadística, el modelado basado en agentes, la teoría de redes complejas, la teoría de juegos y muchas otras donde los datos masivos tiene una enorme relevancia.

Esta disciplina quiere aportar a la ciencias sociales toda una visión alternativa a la ya proporcionada por las estructuras más clásicas de este campo. Se quiere insistir en una visión más empírica y más cuantitativa basada

en datos y para poder sumar nuevo conocimiento con una aproximación basada en los paradigmas típicos de la ciencias de la complejidad (patrones emergentes, fenómenos de autorganización, sistemas no-lineales, procesos estocásticos y aleatorios) y con el uso intensivo de algoritmos muy variados.

En el ámbito de la ciencia social computacional, el trabajo de los miembros de la Red ha permitido profundizar en el análisis de los patrones de la sociedad en base a técnicas computacionales avanzadas. Algunos de los análisis han permitido medir el impacto de la actividad agrícola en las comunicaciones y los procesos de emigración en Senegal, o mejorar los métodos de enseñanza sobre las consecuencias de la desinformación en el ámbito de la economía a través de simulaciones.

Modelos basados en agentes y teoría de juegos

Los modelos basados en agentes son algoritmos de ordenador que representan a las personas por “agentes”, definidos por las reglas de comportamiento que deben utilizar en las situaciones que se modelan. La idea básica de este tipo de modelos es que definiendo estos agentes individuales se recupere el comportamiento de grupo a través de la interacción de los agentes entre sí. Por otro lado, la teoría de juegos es una herramienta matemática que nos permite representar de manera muy sencilla situaciones sociales reales, como por ejemplo la necesidad de que un grupo de personas trabajen juntos para conseguir una meta común. La teoría económica y los experimentos sobre comportamiento utilizando teoría de juegos nos proporcionan información sobre el comportamiento de las personas que puede ser incorporada en modelos basados en agentes.

El modelado basado en agentes aplicado a las ciencias sociales consiste en identificar en un sistema social las diferentes entidades que actúan en él, el entorno y las diferentes relaciones e interacciones entre ellos, y modelarlas de forma individual y explícita, normalmente como entidades software -agentes- en un modelo computacional con el que simular diferentes escenarios. Esta forma de construir modelos facilita el proceso de abstracción de muchos sistemas y ha sido bienvenida en muchas disciplinas sociales. No obstante, con frecuencia el análisis de estos modelos exige un uso computacional intensivo e inducción para entender el comportamiento general de los modelos. Su éxito y su carácter innovador han permitido una rápida expansión y actualmente en la mayoría de las disciplinas sociales se considera una técnica de modelado firmemente establecida.

En la actualidad los modelos basados en agentes aplicados a las ciencias sociales afronta el reto de aumentar el alcance obtenido en modelos con un alto grado de abstracción. La integración tecnológica en muchos aspectos sociales de nuestras vidas y la digitalización de la información en todas las áreas de las ciencias sociales y humanidades proporcionan oportunidades y desafíos sin precedentes de investigación social basada en datos. Los modelos basados en agentes afronta el reto de aprovechar con rigor toda esta evidencia para entender fenómenos sociales con interacciones a varios niveles y escalas, establecer el nivel de complejidad y detalle adecuado de los modelos y utilizar y adaptar las técnicas de análisis de datos y patrones, no sólo en relación a la información que alimenta a los modelos sino a la que los propios modelos generan.

Entre los temas abordados en este campo se encuentran, por ejemplo, la aparición y sostenibilidad de la cooperación entre grupos de personas y en la sociedad en general, en situaciones en las que es posible beneficiarse

del esfuerzo de los demás sin contribuir a la causa común. Esto está muy relacionado con grandes desafíos sociales como la lucha contra el cambio climático. Otros problemas sobre los que se trabaja tienen que ver con la formación de consensos y la coordinación a la hora de elegir entre distintas acciones, o con la aparición de normas sociales que favorecen que la gente se comporte de una u otra manera.

Esta investigación busca, como meta a largo plazo, ser capaz de modelar la sociedad como un todo partiendo de los comportamientos individuales. Un simulador de la sociedad sería muy útil para poder proponer medidas que contribuyan a un mayor bienestar habiéndolas experimentado antes en el ordenador, en vez de arriesgarse a perjudicar a la gente experimentando en la vida real. Para alcanzar esta ambiciosa meta, se van abordando distintos problemas concretos, como el ya mencionado del cambio climático, para analizar de qué manera se puede conseguir que todos los niveles del problema (personas, colectivos, países) se involucren en él de manera efectiva.

Sobre modelos basados en agentes y teoría de juegos, los miembros de la Red han publicado una extensa bibliografía dirigida a detectar patrones de comportamiento de las personas en una variedad notable de dimensiones. Hay estudios sobre el papel de la reputación en el comportamiento cooperativo, el sentido de la justicia, el papel del altruismo y la generosidad, o la sensibilidad por el cambio climático en un contexto de desigualdad económica.

Redes Complejas

Investigar en redes complejas consiste en entender cómo afecta la estructura del sistema formado por elementos conectados tanto en y relación a la caracterización y a su dinámica. Este campo de estudio que combina un trabajo teórico con experimental se centra en dos focos de interés. Una parte de esta investigación desarrolla nuevas herramientas para caracterizar las redes, generalmente mediante la propuesta de estadísticas locales o globales de la estructura. Otra parte se centra en entender cómo la estructura afecta a la dinámica de procesos en la Red.

Actualmente, algunos grupos pertenecientes a la Red SocioComplex que redacta este libro blanco se centran en el estudio de las transiciones de fase en redes complejas, siendo éste un aspecto concreto de la dinámica. El objetivo es que el conocimiento de la evolución temporal del sistema complejo nos permita predecir bajo qué circunstancias, inducidas por la estructura de la Red, se va a producir un cambio brusco e inesperado en la dinámica del sistema. En los últimos años estos grupos han observado cómo aparecen nuevos paradigmas de las redes complejas, por ejemplo las redes anidadas, las redes de redes, las redes multicapa o las redes que cambian con el tiempo. De hecho, la aparición de grandes fuentes de datos sociotecnológicos y su caracterización en términos de redes ha llevado a esta necesidad de una descripción más sofisticada.

Uno de los objetivos más importantes ahora mismo de la ciencia de redes es ser capaz de predecir la evolución dinámica, incluyendo con ella la propia evolución de la estructura de la Red, del sistema complejo en estudio. En términos de los sistemas sociotecnológicos, resulta absolutamente necesaria la colaboración entre diferentes disciplinas (matemáticas, física, ciencias de la computación, sociología, psicología, etc.) para ofrecer las herramientas más adecuadas para formular predicciones a las ciencias sociales.

En el terreno de las redes complejas, miembros de la Red han profundizado en el análisis y aplicación de modelos punteros como las redes

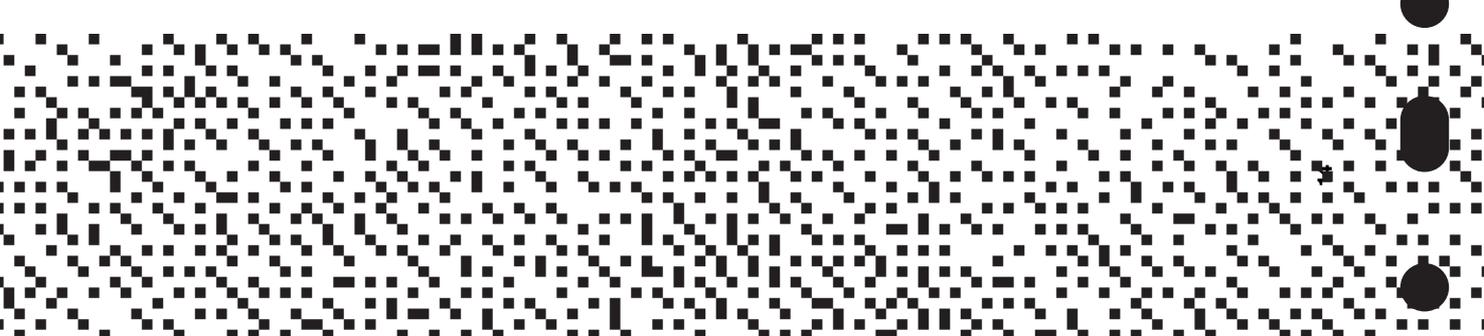
multicapa o las redes de redes. Algunos de los fenómenos analizados a través de estas técnicas han sido la congestión viaria o la difusión de epidemias a través de las redes humanas. Actualmente se está estudiando el impacto que tiene la estructura de una red en los cambios de fase de un sistema, cuyos resultados podrían contribuir a mejorar las capacidades de análisis y predicción de los sistemas sociales.

Datos y experimentos

Gracias al boom digital, es posible recoger una gran cantidad sobre el comportamiento humano basada en su interacción social, sobre la movilidad humana gracias a los nuevos sistemas de geolocalización y finalmente sobre multitud de aspectos de nuestra economía (por ejemplo, los mercados financieros).

En este sentido, cabe destacar la oportunidad brindada gracias a los nuevas interfases digitales de una gran variedad de redes sociales (Twitter, Facebook, Flickr entre muchas otras plataformas). Estas plataformas permiten recoger una ingente cantidad de datos relacionadas con la comunicación humana detectando tendencias y estados de opinión e incluso conocer diversos aspectos sobre dónde estamos y qué decimos entonces en la Redes sociales. Los resultados requieren un trabajo intenso con algoritmos muy variados entre los que se puede destacar el trabajo con redes complejas y redes multicapa. Asimismo, existe también una gran variedad de fuentes de datos disponibles relativos por ejemplo a las redes de transporte o a distintos mercados con transacciones económicas. En estos ámbitos, y en algunos casos solapando distintas fuentes de información incluso mezcladas con datos de las redes sociales, es posible cruzar datos y buscar correlaciones no evidentes que permiten extrapolar y sacar conclusiones relevantes.

Finalmente, investigadores de este ámbito han contribuido en la mejora de los procesos experimentales fundamentalmente basados en teoría de juegos y dilemas sociales. En forma de experimentos “lab-in-the-field” y mediante interfases digitales conectadas mediante internet, se ha obtenido información representativa de poblaciones heterogéneas gracias a la organización de experimentos masivos con la participación de varios centenares de individuos. A partir de tales experimentos, que en algunos casos se han utilizado estrategias de la emergente ciencia ciudadana, se ha conseguido generar muestras adecuadas para el análisis de patrones en el comportamiento que mejoran en diversos aspectos los existentes en la literatura. Uno de los resultados más destacables ha sido el detectar fenotipos consistentes con pautas de comportamiento bien definidas, es decir, se ha podido clasificar a los jugadores según si predomina su carácter optimista, pesimista, o envidioso, por ejemplo. La inclusión de estrategias de participación propias de la emergente ciencia ciudadana, permite finalmente situar estos experimentos en el espacio público colectivamente, buscando una transformación social en base a los resultados y las evidencias recogidas. Esta aproximación permite acortar distancias entre la ciencia y su impacto social.



RELACIÓN EMPRESA-UNIVERSIDAD

La transferencia de conocimiento es una pieza clave para construir una economía basada en la innovación y el conocimiento en nuestra sociedad. Sin duda, aumentar y paliar el déficit actual es un reto compartido por parte de todas las universidades y todos los centros de investigación del país. Como no podría ser menos, la transferencia de conocimiento es uno de los aspectos que la investigación en este ámbito tiene el compromiso de mejorar e intensificar.

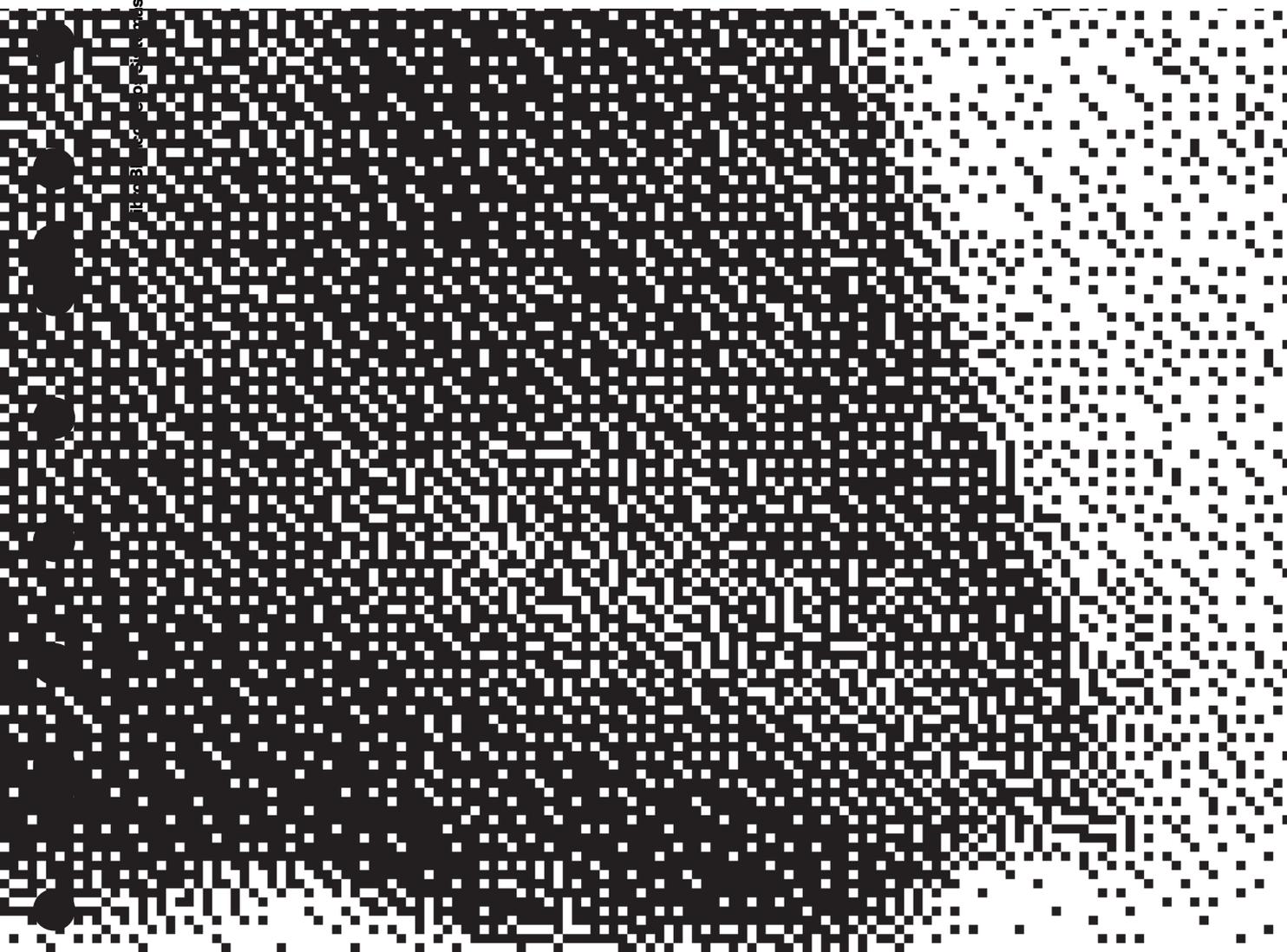
En opinión de los investigadores que firman este documento, estamos actualmente en una situación de desconocimiento por parte de la mayoría del sector privado del potencial y las oportunidades que ofrece la investigación en sistemas complejos cuando se combina con la ciencia de datos y el big data y procurando dar razón de una gran variedad de fenómenos sociales y económicos. Las empresas del país, en su mayoría, aún no han adaptado su estructura y procedimientos dentro de la denominada transformación digital y sin tal transformación deviene muy difícil incorporar el análisis complejo propio de este ámbito de investigación en su funcionamiento cotidiano. Es por eso que

se hace indispensable seguir trabajando para promocionar los resultados de la investigación y mejorar las relaciones entre el sector privado y la universidad mediante contratos de transferencia.

A pesar de este diagnóstico, actualmente al menos un 64% de los investigadores permanentes afirman haber realizado algún tipo de servicio para una empresa privada por sus conocimientos en el ámbito de la complejidad y los sistemas Socio-Tecnológicos durante el periodo analizado (2013-2017). Tal porcentaje es superior a la media típica de los centros y universidades a las que pertenecen estos investigadores. A pesar de la difícil situación económica durante los últimos años, un 50% de estos investigadores han realizado al menos un trabajo para la empresa privada el último año mientras que el 50% restante firmaron dos o más contratos. La mayoría de estos servicios estaban relacionados con el ámbito de la consultoría y al análisis de bases de datos brindados por la empresa.

La creación de proyectos empresariales por parte de miembros de la Red ha sido otro de los mecanismos de transmisión de conocimiento que se han desarrollado los últimos años y que creemos fundamental para aumentar la

mencionada transformación digital en la economía. Son ejemplos de ello *Complexity Killed the Cat*, *Dribia* o *Kampal Data Solutions*, tres proyectos promovidos por investigadores en formación salidos de la academia e investigadores universitarios, nacidos en Madrid, Barcelona y Zaragoza, respectivamente, que ofrecen servicios en el ámbito de los sistemas Socio-Tecnológicos. Se relata aquí su experiencia para poder así dar con recomendaciones para mejorar la relación universidad-empresa y potenciar el aumento de empresas centrada en sistemas complejos y la ciencia de datos basado en su experiencia.



Complexity Killed The Cat, SL

Complexity Killed the Cat es una empresa de carácter tecnológico fundada en 2013 a partir de la colaboración entre profesores e investigadores españoles con un denominador común: el estudio de la complejidad y sus aplicaciones en la sociedad del siglo XXI. Hace ya diez años, los fundadores de esta empresa se dieron cuenta del potencial que las herramientas asociadas a la complejidad -y en particular a las redes complejas- podían tener en el mundo empresarial. Los investigadores fundadores comenzaron a desarrollar proyectos con compañías del ámbito biosanitario a través de las vías que permitían nuestros centros de investigación y universidades (esencialmente las amparadas por el artículo 83 de la Ley de Universidades).

Tuvieron muchos problemas por pertenecer a diferentes centros, y la creación de un spin-off asociado a una universidad no los solucionaba, así que decidieron finalmente crear una empresa. El esfuerzo burocrático fue grande debido a las enormes trabas que la legislación española presenta a la creación de pequeñas empresas por parte de miembros del mundo académico -a los que grava con muchas incompatibilidades- y aún hoy supone mucho trabajo (y gastos) mantener la empresa funcionando.

Los investigadores transformados también en empresarios afirman seguir en este proyecto empresarial porque creen firmemente en la importancia de la transferencia de ciencia hacia las empresas. Los investigadores prosiguen su argumento asegurando que la respuesta de sus clientes siempre ha sido muy positiva, pero lo cierto es que la única forma de que una compañía de este tipo sea de verdad exitosa es que algunos de sus miembros se dediquen a ella a tiempo completo, y no como una segunda actividad. Los investigadores-fundadores concluyen que, por desgracia, aún está lejos una legislación que fomente esta conexión empresa-academia que tan útil le sería a nuestro país.

Dribia, SL

Dribia nació con el objetivo de aplicar las técnicas en el análisis de datos que aprendieron durante su periodo dentro de la academia al sector privado. Cuentan los investigadores fundadores iniciadores del proyecto justo concluir exitosamente sus tesis doctorales que el principal problema con el que se han encontrado durante los dos últimos años nunca es técnico sino cultural. Los equipos directivos de las empresas no conocen en profundidad las posibilidades que el modelaje, los datos y las soluciones analíticas pueden ofrecer. Los jóvenes investigadores creen que en parte este desconocimiento se debe a la falta de transparencia de los servicios que les han ofrecido y este hecho genera a sus potenciales clientes una gran desconfianza. Por eso, consideran que no basta sólo con ofrecer un producto que funcione sino hay que hacer mucho énfasis en la parte comunicativa y pedagógica para poder vencer el escepticismo que genera hoy en día este tipo de soluciones.

En esta dirección, Dribia ofrece un servicio de consultoría de innovación cuantitativa, es decir, intenta ayudar a las empresas a mejorar sus procesos y servicios usando herramientas basadas en datos. Los investigadores fundadores del proyecto adaptan el método científico para ofrecer soluciones empresariales integradas, desde la identificación del reto e hipótesis inicial hasta su resolución técnica, pasando por detectar las posibles fuentes de datos disponibles para resolverlo.

Dribia afirma apostar que el futuro de estos servicios se basa en prácticas abiertas y transparentes, transformando así las organizaciones, de tal manera que les permitan plantearse, entender y hasta afrontar retos relacionados con datos de manera autónoma. Los jóvenes investigadores que fundaron este proyecto afirman que la experiencia les enseña que esta metodología más abierta y transparente abre enormes perspectivas a sus clientes. Después de un primer proyecto, los clientes cambian su manera de pensar respecto a incorporar profesionales y soluciones de este tipo. Por esa razón, los emprendedores de Dribia creen que se debe seguir trabajando para acercar el mundo académico y empresarial para conseguir sinergias positivas que sean beneficiosas para los dos sectores.

Kampal Data Solutions, SL

Kampal Data Solutions es un spin-off de la Universidad de Zaragoza especializada en la extracción de conocimiento mediante el análisis de grandes volúmenes de datos y la aplicación de técnicas de sistemas complejos. Yamir Moreno y Anxo Sánchez, miembros de la Red participan en su accionariado.

Actualmente se generan cantidades enormes de información, que se encuentra disponible en diversas fuentes, pero que hay que homogeneizar, analizar y mostrar en tiempo real para llegar a conocer mejor el sistema en el que está nuestro foco de interés. Afortunadamente, las tecnologías cloud y big data, los grandes anchos de banda, los avances en estadística, teoría de redes complejas y visualización, permiten resolver satisfactoriamente estos desafíos y dar un salto cualitativo en la gestión de las empresas y de otras instituciones privadas y públicas.

La compañía desarrolla herramientas analíticas para extraer conocimiento de los datos, apoyando a las entidades en sus estrategias de gestión y toma de decisiones. Uno de sus productos, Kampal Social, analiza las redes sociales para obtener un mayor conocimiento de los potenciales clientes de las empresas, de las opiniones sobre sus productos y sobre la competencia. Por otro lado, la aplicación Kampal Research se centra en el análisis de redes académicas de investigación a través del concepto de Academic Intelligence, que añade nuevo valor a los análisis tradicionales, permitiendo obtener información 'que no se ve' con estadística clásica, ya que permite un análisis de la colaboración, la interacción y sinergias, detectando estructuras colaborativas de individuos y grupos, puntos fuertes y débiles, generando informaciones concretas sobre modos de actuación y previsiones de futuro.

POLÍTICAS PÚBLICAS

Solamente uno de cada cinco de los encuestados y que son investigadores en el campo han ofrecido algún tipo de asesoramiento para una institución pública. Consideramos que es un porcentaje bajo y lejos de la ambición de generar nuevas políticas basadas en evidencias donde la toma de decisiones asesoradas por simulaciones, datos o experimentos y por una aproximación propia de los sistemas complejas. La intención es incrementar esta relación para buscar un deseado impacto social que tome forma con medidas concretas para la mejora de la calidad de vida de los ciudadanos o bien unos mejores servicios por parte de las administraciones públicas.

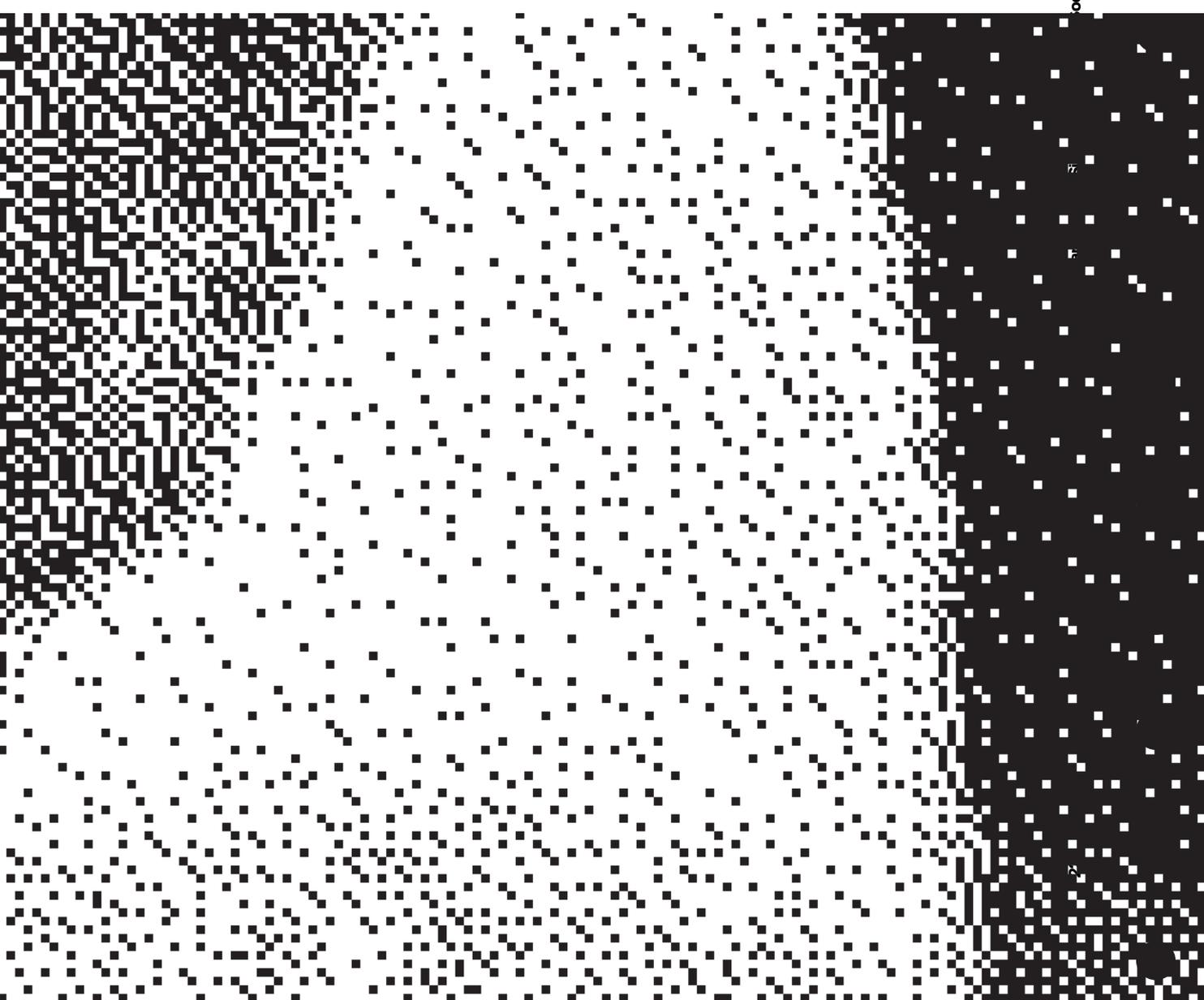
Las temáticas posibles son muy variadas y recogen áreas de conocimiento muy distintas con un potencial impacto en aspectos y niveles muy variados de la administración pública. Aún así, los investigadores han conseguido estrechar sobretodo lazos a escala ciudad. Se ha trabajado sobretodo a escala urbana dentro lo que también se denomina ciencia urbana (conocimiento e investigación de fenómenos propios de las ciudades) y dentro la tendencia

mundial de considerar la ciudad como un organismo inteligente (smart cities) que sepa responder mejor a las necesidades e inquietudes de sus habitantes. Entre los organismos públicos con los que han trabajado a escala ciudad, han asesorado algunos de los investigadores de este ámbito destacando el Ayuntamiento de Madrid, el Ayuntamiento de Barcelona y la Comisión Europea.

Una de los casos destacados es la optimización de la Redes de transporte donde las técnicas de este campo permiten dar con soluciones innovadoras en relación a aspectos como la planificación de frecuencias de paso o gestión de retrasos o disfunciones en la Red. Otro ámbito es el de la mejora de servicios de atención social para individuos con trastorno mental donde se está trabajando bajo el concepto de cuidado en comunidad y donde aspectos relacionados con teoría de juegos devienen interesantes para evaluar el capital social de una comunidad. Y, finalmente, utilizando dilemas sociales y estrategias de ciencia ciudadana se está utilizando en algunos municipios de tamaño medio para acompañar ciertas políticas relacionadas con violencia de género o bien la reformulación y mejora de un espacio

público. Éste último ejemplo responde a la búsqueda actual de nuevos modelos de gobernanza abierta.

La principales dificultades relacionadas en la relación con la administración pública es la ausencia de proyectos a largo término (más de año de duración). La problemática afecta a la puesta en práctica y aplicación del conocimiento generado pues en muchos casos la propia administración pública tiene dificultades para absorber el conocimiento y transformar sus maneras de operar.



Responsabilidad en la investigación (RRI)

La Red SocioComplex considera importante asumir los criterios de la Declaración de Bruselas (*The Brussels declaration on ethics & principles for science & society policy-making*, 2017) y tiene el propósito de seguir las propuestas de Responsible Research & Innovation (RRI) definidas por la Comisión Europea en el marco del programa de investigación e innovación Horizon 2020. En el trasfondo de esta iniciativa hay el propósito de abrir la ciencia a la sociedad, haciéndola cada día más participe en todas las fases de su desarrollo. Las sociedades democráticas necesitan una mayor implantación de la ciencia en la toma de decisiones por lo que el RRI permite asentar unas bases para que este esfuerzo sea efectivo.

El objetivo principal del marco RRI y la Declaración de Bruselas es el de alinear el trabajo en investigación con los intereses de la sociedad. Para conseguirlo proponen un seguido de prácticas basadas en cinco pilares como son la ética, el género, el acceso abierto, la educación científica y el compromiso público. Con ellas se pretende ganar en transparencia y flexibilidad, características que ayudarán a solucionar las problemáticas actuales de la

sociedad. El contexto de crisis económica y la necesidad de salir de ella a partir de la innovación y la economía de conocimiento justifican que la propuesta del RRI cobre especial relevancia.

De esta manera hemos analizado el estado de la investigación en sistemas complejos sociotecnológicos en materia de RRI. Lo hemos hecho a partir de la comparación de los estándares que marca Europa con las respuestas a una encuesta preparada para los investigadores que trabajan en este campo. Los resultados obtenidos indican:

Ética: Las prácticas éticas de la investigación en complejidad están relacionadas principalmente con la preservación del anonimato de los participantes a los diversos experimentos. En algunos casos se pide la revisión del comité de ética de la universidad. Para mejorar la ética de la investigación se propone realizar proyectos con más participación de la sociedad.

Igualdad de género: Aunque la mayoría de grupos de investigación no tienen un plan de igualdad el 35% afirman que evalúan la igualdad de género en el grupo de investigación a pesar del sesgo existente por la ausencia de mujeres investigadoras en este ámbito. En la medida de lo posible se intenta fomentar la igualdad de género a la hora de seleccionar estudiantes de doctorado aunque no se establecen directivas definidas para ello. Una parte importante de los grupos de investigación no incorporan este criterio al basarse estrictamente en el currículum de los postdoc a la hora de realizar la selección (el 71%). Por parte de la Red hay la disposición de seguir trabajando para fomentar la igualdad de género y la desmasculinización de ciertos campos de investigación.

Gobernanza: La gobernanza es el paraguas que permite desarrollar y coordinar el resto de pilares de la RRI. El objetivo es conseguir estructuras organizativas con modelos de gobernanza más fluidos que permitan un desarrollo horizontal de la investigación en todas sus fases. En este sentido se defiende que la organización de los grupos de investigación debería tener una estructura bottom-top en vez de top-bottom como ha venido siendo tradicionalmente. Los grupos asociados a la Red están divididos en este ámbito al tener un 50% con una estructura top-bottom y el otro 50% una bottom-top.

Acceso abierto: La mayoría de los investigadores procuran integrar las políticas de acceso abierto publicando en revistas que lo fomentan, a la vez que publicando los datos y código utilizados cuando es posible. El 100% de los encuestados tienen publicaciones en revistas de acceso abierto y la mayoría afirma que el 50% o más de sus publicaciones están en este tipo de revistas. El 92% publica los datos para replicar los experimentos a menudo o siempre. En el caso del código el porcentaje disminuye notablemente, bajando a un 69%. Aunque la Red tenga integrada la cultura del acceso abierto es preciso ahondar en estrategias para mejorar la difusión y divulgación para aumentar la transparencia y alcance de esta disciplina de investigación.

Compromiso público: Por compromiso público se entiende la voluntad de los investigadores de incorporar a la sociedad en su trabajo, asesorar al sector público para mejorar su funcionamiento o el sentido de la responsabilidad al asumir las críticas que se reciben. En este sentido el 46% de los investigadores afirman que incluyen a los ciudadanos

en el proceso de investigación (algunos dentro del marco de la ciencia ciudadana), principalmente como participantes en los experimentos. Solamente un 17% de los encuestados tiene canales de comunicación efectivos con el sector público aunque el 83% lee y responde a las críticas que recibe del ámbito de la investigación. Los retos de futuro pasan por mejorar la relación con las administraciones públicas e incluir a los ciudadanos en el diseño de la investigación pues las temáticas le pueden afectar directamente.

IMPACTO ACADÉMICO

A continuación revisamos brevemente las principales estadísticas de las publicaciones realizadas por parte de miembro de la Red de Excelencia SocioComplex los últimos cuatro años. La capacidad informativa de las métricas académicas (cantidad de publicaciones, citas totales, h-number,...) y la fiabilidad de la comparación con otros ámbitos de estudio son elementos que siguen estando a debate actualmente.

Aún así, el conjunto de los datos acumulados permiten crear una instantánea de la actividad de la Red. Los datos que se presentan a continuación incluyen únicamente la actividad de los investigadores en relación al ámbito de la complejidad y los sistemas Socio-Tecnológicos y no representa el total de la actividad que han venido realizando. En un anexo se presenta un listado de todas las publicaciones.

El número de publicaciones, aportaciones en libros y conferencias en el período 2013-2017 ha superado la cifra de 240. La cantidad de citas obtenidas hasta la fecha de 1 de diciembre de 2017 es de 6789 con una media de 28.3 citas por artículo. El h-number de la Red tiene

un valor de 34, un resultado que queda por encima de la media del h-number en el campo de la física (que era de 23 en 2013¹). Las publicaciones han sido realizadas a 85 revistas distintas siendo Scientific Reports, Physical Review E y PloS One con 38, 35 y 16 artículos respectivamente las que acumulan un número mayor de publicaciones de la Red. Les siguen Physical Review Letters, Physical Review X y Nature Communications con menos de 10.

Por otro lado investigadores de centros de investigación españoles este campo participan como miembros del consejo editorial de revistas como por ejemplo Yamir Moreno, Marián Boguñá, Ángel Sánchez y José J. Ramasco en la sección de “Mathematical Physics, Thermodynamics and Nonlinear Dynamics” de Scientific Reports o Àlex Arenas para Physical Review E.

También hay una representación destacada de la investigación española a la Complex Systems Society cuyo presidente actual es Yamir Moreno y en la que participan activamente Manlio De Domenico, Sandro Meloni, Elisa Omodei y Àlex Arenas.

(1) Según https://www.researchgate.net/post/What_is_a_good_H_index_for_a_Professor_in_Biology_compared_to_a_Professor_of_Psychology

Artículos publicados en revistas (2013-2017)

Revista 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, total (ordenados por número de artículos publicados)

Scientific Reports 4,3,11,11,9,38
Physical Review E 6,13,6,5,4,34
PloS ONE 2,3,5,4,2,16
arXiv 1,0,0,0,8,9
Physical Review Letters 5,1,0,1,1,8
Physical Review X 1,4,0,2,0,7
Nature Communications 0,1,3,0,2,6
New Journal of Physics 0,0,2,4,0,6
Nature Physics 1,0,0,2,1,4
PNAS 1,2,0,1,0,4
The European Physical Journal B 1,0,0,0,3,4
Journal of the Royal Society Interface 0,1,2,1,0,4
Frontiers in Physics 0,0,3,0,1,4
Royal Society Open Science 0,0,1,3,0,4
Journal of Artificial Societies and Social Simulation 1,0,2,0,0,3
Science Advances 0,0,0,3,0,3
Chaos: An Interdisciplinary Journal of Nonlinear Science 0,1,0,2,0,3
Applied Network Science 0,0,0,2,1,3
Europhysics Letters 0,0,2,0,1,3
Journal of Statistical Physics 2,0,0,0,0,2
EPJ Data Science 1,0,0,1,0,2
Advances in Complex Systems 1,0,1,0,0,2
Scientometrics 0,2,0,0,0,2
Physica A: Statistical Mechanics and its Applications 0,2,0,0,0,2
Transportation Journal 0,1,1,0,0,2
Physics of Life Reviews 0,0,2,0,0,2
Networks and Heterogeneous Media 0,0,2,0,0,2
Economics Letters 0,0,0,0,2,2
Journal of Evolutionary Economics 1,0,0,0,1,2
International Journal of the Sociology of Language 1,0,0,0,0,1
Simulating Social Complexity 1,0,0,0,0,1
Games and Economic Behavior 1,0,0,0,0,1
Temporal Networks 1,0,0,0,0,1
The European Physical Journal Special Topics 1,0,0,0,0,1
Dynamics On and Of Complex Networks 1,0,0,0,0,1
International Journal on Artificial Intelligence Tools 0,1,0,0,0,1
Journal of Economic Dynamics and Control 0,1,0,0,0,1
Social Networks 0,1,0,0,0,1
Journal of Archaeological Method and Theory 0,1,0,0,0,1
The Journal of Human Palaeoecology 0,1,0,0,0,1
Journal of Complex Networks 0,1,0,0,0,1
The Fourth SESAR Innovation Days 0,1,0,0,0,1
Journal of Theoretical Biology 0,1,0,0,0,1
Theoretical Biology and Medical Modelling 0,1,0,0,0,1
Fluctuation and Noise Letters 0,1,0,0,0,1
Physical Review A 0,1,0,0,0,1
Journal of Policy Analysis and Management 0,0,1,0,0,1
Networked Systems 0,0,1,0,0,1
Philosophical Transactions of the Royal Society A 0,0,1,0,0,1
Social Computing Behavioral-Cultural Modeling and Prediction 0,0,1,0,0,1
IFAC-PapersOnLine 0,0,1,0,0,1
Journal of the Association for Information Science and Technology 0,0,0,1,0,1
Science 0,0,0,0,1,1
Nature 0,0,0,1,0,1
Network Science 0,0,0,1,0,1
Understanding Complex Systems 0,0,0,1,0,1
Journal of Air Transport Management 0,0,0,1,0,1
Built Environment 0,0,0,1,0,1
Journal of Transport Geography 0,0,0,1,0,1
Understanding Complex Systems 0,0,0,1,0,1
Networks and Spatial Economics 0,0,0,0,1,1
Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiments 0,0,0,0,1,1
Complexity in language: Developmental and evolutionary perspectives 0,0,0,0,1,1
Trends in Ecology & Evolution 0,0,0,0,1,1
WSDM '13 Proceedings of the Sixth ACM International Conference on Web Search and Data Mining 1,0,0,0,0,1
WebSci '14 Proceedings of the 2014 ACM conference on Web science 0,1,0,0,0,1
2016 Spatial Accuracy Conference 0,0,0,1,0,1
3rd Annual International Conference on Computational Social Science 0,0,0,0,1,1
Frontiers in Digital Humanities 0,0,0,0,1,1
Science and Technology of Welding and Joining 0,0,1,0,0,1
Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa 0,0,0,1,0,1
Simulating Social Complexity: A Handbook 1,0,0,0,0,1
International Journal of Project Management 0,0,1,0,0,1
Journal of Materials Processing Technology 0,1,0,0,0,1
Physics Reports 0,1,0,0,0,1
PloS Computational Biology 0,0,1,0,0,1
Physica D: Nonlinear phenomena 0,0,0,1,0,1
Interconnected Networks 0,0,0,1,0,1
Nature Human Behavior 0,0,0,0,1,1
Ecography 0,0,0,0,1,1
Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation 0,0,0,0,1,1
International Journal of Electrical Power & Energy Systems 0,1,0,0,0,1
Accident Analysis & Prevention 0,1,0,0,0,1
Insurance: Mathematics and Economics 1,0,0,0,0,1



Número total de artículos:

239

Citas Totales:

6.789

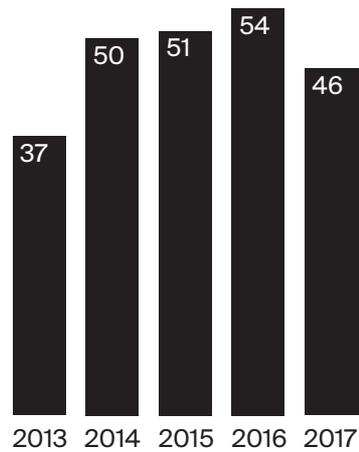
Citas por artículo:

28,4

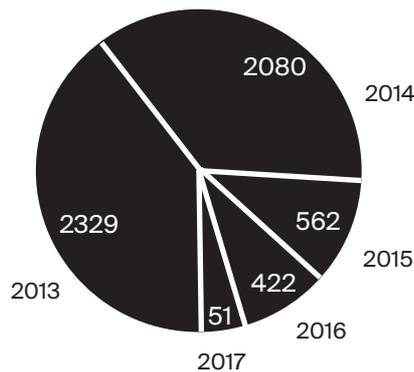
H-number:

34

Artículos publicados:



Citas:



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#1 Los sistemas complejos no son de ninguna manera casos raros ni curiosidades sino que dominan la estructura y el funcionamiento del universo. Algunos ejemplos de sistemas complejos son los cúmulos de galaxias, las redes sociales, las redes de aeropuertos, los precios en los mercados financieros, el clima global de la o el cerebro humano, entre muchos otros. El estudio de este tipo de sistemas busca, en última instancia, comprender el comportamiento y las propiedades de todo el sistema que no pueden derivarse directamente del estudio de las propiedades de sus partes por separado. En el ámbito socio-económico, por ejemplo, la ciencia de los sistemas complejos permite explicar el comportamiento agregado de la sociedad y su economía como fenómenos emergentes surgidos de las conductas individuales de los miembros que la conforman. Las ciencias de la complejidad tiene una posición privilegiada para contribuir de manera decisiva al avance del conocimiento en los sistemas sociales y económicos. Éste es precisamente el estudio de los sistemas complejos Socio-Tecnológicos. La investigación

a nivel estatal se puede agrupar sobre los siguientes ejes: (1) la ciencia social computacional (computational social science, en inglés), (2) los modelos basados en agentes y la teoría de juegos, (3) las redes complejas y (4) el análisis de datos masivos o la creación de experimentos sociales para fundamentar cualquier investigación en este ámbito.

#2 La investigación en el ámbito de la complejidad y los sistemas Socio-Tecnológicos se puede considerar una red de excelencia no solamente en el ámbito estatal, sino también en el ámbito europeo e internacional pues sus investigadores están bien conectados con sus colegas internacionales. Existen variadas colaboraciones entre los grupos estatales que convendría preservar a través de instrumentos como la Red de Excelencia del Ministerio y su Agencia Estatal de Investigación.

#3 Las publicaciones en este ámbito son en muchos casos en revistas de acceso abierto y tienen índices de impacto altos o muy altos. Las publicaciones son en su mayoría en revistas multidisciplinares y generalistas demostrando así un excelente nivel de la investigación española en este

campo. Durante el periodo 2013-2017, hemos censado 240 publicaciones con 6789 citas (corresponde a 28.3 citas por artículo) y el h-number del colectivo de investigadores en el ámbito nacional tiene un valor muy alto ($h=34$) pese a la juventud del campo.

- #4 Los investigadores en este ámbito apuestan por la transferencia de conocimiento y tienen el propósito de incrementar su presencia tanto en la esfera privada como pública. Los últimos años han ido apareciendo proyectos empresariales que nacen de la universidad, y están en desarrollo y en proceso de consolidación.
- #5 La práctica investigadora en los diversos grupos de la Red tiene margen de mejora en el ámbito de la RRI (Responsible Research and Innovation) aunque en los grupos de la Red existen: (1) planes de igualdad, (2) estructuras organizativas con modelos de gobernanza más fluidos, (3) esfuerzos para aproximarse a la sociedad y (4) criterios éticos sensibles en la práctica científica.
- #6 Hay unanimidad en señalar las dificultades que supone mantener la excelencia investigadora con la baja financiación

de los últimos años y sin tener una área clara de conocimiento asociada a un plan nacional. Una consecuencia directa es la dificultad en formar doctorados (organizar masters y obtener becas añade dificultades al campo de investigación) y ofrecer contratos postdoctorales para facilitar el desarrollo de este campo que tiene una gran cantidad de salidas profesionales en el ámbito del data science. Se reclama un mayor reconocimiento de este campo multidisciplinar por parte de las instituciones académicas y los organismos responsables de la política científica estatal y regional. A pesar de todo, muchos de los grupos estatales en este ámbito están consiguiendo importantes proyectos europeos competitivos que valoran muy positivamente su calidad y su experiencia. Paradójicamente, la Unión Europea valora muy positivamente este campo de investigación pues puede entrar múltiples líneas de financiación del programa Horizon 2020.

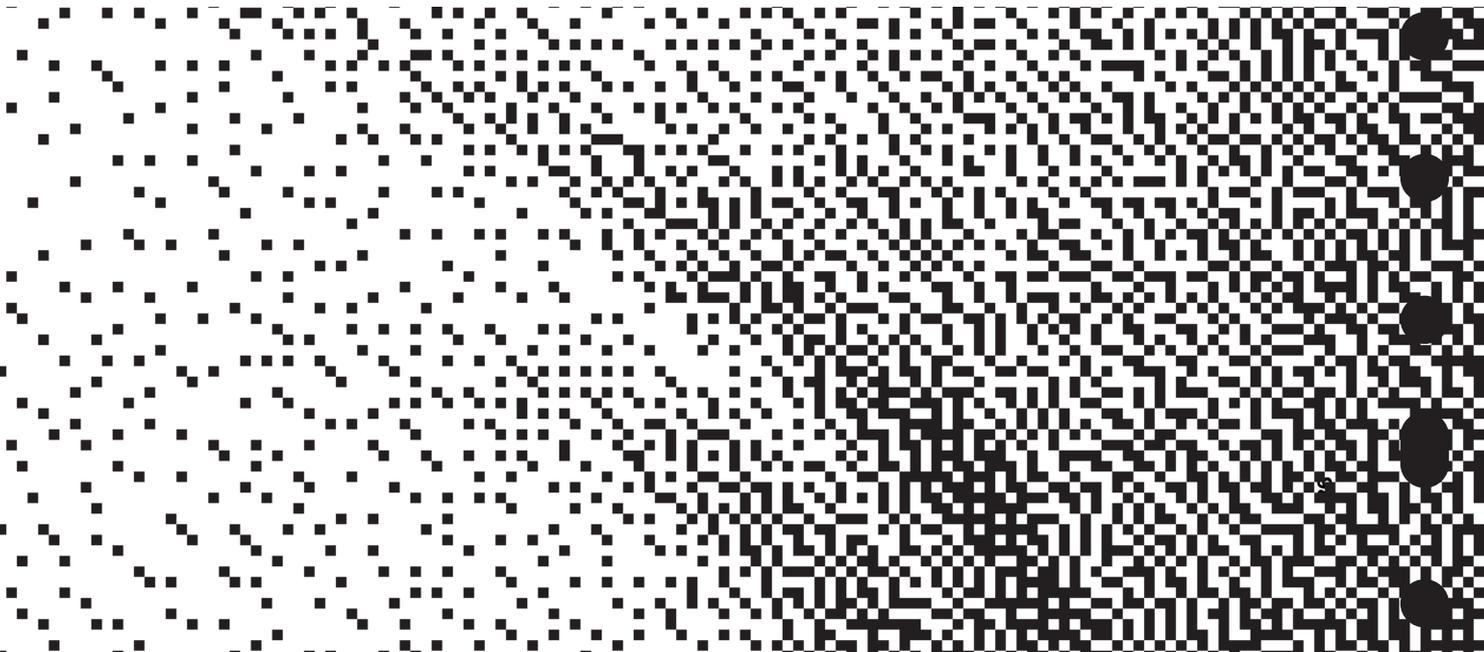
#7 La Red está comprometida con la participación ciudadana en el proceso de investigación y casi el 50% de los grupos colaboran de forma directa con ella formalizando experiencias participativas como las que propone la ciencia

ciudadana. Existe una firme voluntad aumentar este esfuerzo que va claramente alineado con la directivas europeas en materia de investigación e innovación.

#8 Los investigadores en este ámbito a nivel estatal ya se han coordinado para organizar jornadas anuales para potenciar relaciones y aprendizaje mutuo entre los diversos grupos. Asimismo los investigadores han constituido una asociación, COMSOTEC, que los mantiene vinculados y a través de la cual se está promoviendo el estudio de los Sistemas Complejos Socio-Tecnológicos.

#9 Entre los aspectos a mejorar cabe destacar en el establecimiento de una mejor y fructífera colaboración con las administraciones públicas y en los nuevos modelos de gestión pública gracias a las técnica y modelos que ofrecen los estudios en el ámbito de los Sistemas Complejos Socio-Tecnológicos y que son de vital importancia en el modelo de ciudades inteligentes (smart cities). El conocimiento en este ámbito puede tener un impacto importante por ejemplo en la gestión sanitaria, en la gestión del tráfico aéreo o del metro para solamente citar unos pocos ejemplos. Se recomienda profundizar esta relación para demostrar el valor social de la investigación en este ámbito.

#10 Se plantea repetir el tipo de análisis que propone este Libro Blanco de forma periódica en el futuro para poder observar la evolución de este campo de investigación a nivel estatal. De este modo, el presente Libro Blanco se transformará en el futuro en un informe que analiza el estado de la investigación en este ámbito. La comunidad en este ámbito podrá así reflexionar sobre la salud del campo de investigación y las tendencias temáticas identificadas. Y también de este modo se podrá dar visibilidad social y unidad a unos grupos de investigación altamente transversales y multidisciplinares. Esperamos asimismo contribuir en un mayor reconocimiento institucional y social de un campo de investigación muy importante en la llamada transformación digital de nuestra sociedad.



ANEXO: LISTADO DE PUBLICACIONES

2013

1. Lasse Loepfe, Antonio Cabrales & Angel Sánchez, Towards a Proper Assignment of Systemic Risk: The Combined Roles of Network Topology and Shock Characteristics, *PloS ONE* 8(10): e77526 (2013)
2. Segismundo S. Izquierdo & Luis R. Izquierdo, Stochastic Approximation to Understand Simple Simulation Models, *Journal of Statistical Physics* 151: 254 (2013)
3. Luis F. Lafuerza & Raúl Toral, On the effect of heterogeneity in stochastic interacting-particle systems, *Scientific Reports* 3, 1189 (2013)
4. J. Alberto Molina, J. Ignacio Giménez-Nadal, José A. Cuesta, Carlos Gracia-Lazaro, Yamir Moreno & Angel Sánchez, Gender Differences in Cooperation: Experimental Evidence on High School Students, *PloS ONE* 8 (12): e83700 (2013)
5. Claudio J. Tessone, Angel Sánchez & Frank Schweitzer, Diversity-induced resonance in the response to social norms, *Physical Review E* 87, 2, 022803 (2013)
6. Albert Solé-Ribalta, Manlio De Domenico, Nikos E. Kouvaris, Albert Díaz-Guilera, Sergio Gómez & Àlex Arenas, Spectral properties of the Laplacian of multiplex networks, *Physical Review E* 88, 3, 032807 (2013)
7. Xavier Castelló, Lucía Loureiro-Porto & Maxi San Miguel, Agent-based models of language competition, *International Journal of the Sociology of Language* 221, 21-51 (2013)
8. Luis R. Izquierdo, Segismundo S. Izquierdo, José M. Galán & José I. Santos, Combining Mathematical and Simulation Approaches to Understand the Dynamics of Computer Models, In: Edmonds B., Meyer R. (eds) *Simulating Social Complexity. Understanding Complex Systems*. Springer, Berlin, Heidelberg (2013)
9. Evgenia Christoforou, Antonio Fernández Anta, Chryssis Georgiou, Miguel A. Mosteiro & Angel Sánchez, Crowd Computing as a Cooperation Problem: An Evolutionary Approach, *Journal of Statistical Physics*, 151:654 (2013)
10. Luis A. Martinez-Vaquero & José A. Cuesta, Evolutionary stability and resistance to cheating in an indirect reciprocity model based on reputation, *Physical Review E* 87, 5, 052810 (2013)
11. Penélope Hernández, Manuel Muñoz-Herrera & Angel Sánchez, Heterogeneous network games: Conflicting preferences, *Games and Economic Behavior* 79, 56-66 (2013)
12. János Török, Gerardo Iñiguez, Taha Yasseri, Maxi San Miguel, Kimmo Kaski & János Kertész, Opinions, Conflicts, and Consensus: Modeling Social Dynamics in a Collaborative Environment, *Physical Review Letters* 110, 8, 088701 (2013)
13. Raquel A Baños, Javier Borge-Holthoefer & Yamir Moreno, The role of hidden influentials in the diffusion of online information cascades, *EPJ Data Science*, 2 : 6 (2013)
14. Emanuele Cozzo, Raquel A. Baños, Sandro Meloni & Yamir Moreno, Contact-based social contagion in multiplex networks, *Physical Review E* 88, 5, 050801(R) (2013)
15. Samer Hassana, Javier Arroyo, José Manuel Galán, Luis Antunes & Juan Pavón, Asking the Oracle: Introducing Forecasting Principles into Agent-Based Modelling, *Journal of Artificial Societies and Social Simulation* 16 (3), 13 (2013)
16. Francisco Grimaldo & Mario Paolucci, A Simulation of Disagreement for Control of Rational Cheating in Peer Review, *Advances in Complex Systems* 16, 1350004 (2013)
17. Clara Granell, Sergio Gómez & Àlex Arenas, Dynamical interplay between awareness and epidemic spreading in multiplex networks, *Physical Review Letters* 111, 12, 12128701 (2013)
18. Sergio Gómez, Albert Díaz-Guilera, Jesús Gómez-Gardeñes, Conrad J. Pérez-Vicente, Yamir Moreno & Àlex Arenas, Diffusion dynamics on multiplex networks, *Physical Review Letters* 110, 2, 028701 (2013)

19. Manlio De Domenico, Albert Solé-Ribalta, Emanuele Cozzo, Mikko Kivelä, Yamir Moreno, Mason A. Porter, Sergio Gómez & Àlex Arenas, Mathematical formulation of multilayer networks, *Physical Review X* 3, 041022 (2013)
20. Filippo Radicchi & Àlex Arenas, Researcher incentives: Abrupt transition in the structural formation of interconnected networks, *Nature Physics* 9, 717-720 (2013)
21. Adrián Carro, Raúl Toral & Maxi San Miguel, The Role of Noise and Initial Conditions in the Asymptotic Solution of a Bounded Confidence, Continuous-Opinion Model, *Journal of Statistical Physics*, 151:131 (2013)
22. Juan Fernández-Gracia, Víctor M. Eguíluz & Maxi San Miguel, Timing interactions in social simulations: The voter model, In: Holme P., Saramäki J. (eds) *Temporal Networks. Understanding Complex Systems*. Springer, Berlin, Heidelberg (2013)
23. David A. M. C. van de Vijver, Mattia C. F. Prospero & José J. Ramasco, Transmission of HIV in sexual networks in sub-Saharan Africa and Europe, *The European Physical Journal Special Topics*, 222:1403 (2013)
24. Camilo J. Cela-Conde, Juan García-Prieto, José J. Ramasco, Claudio R. Mirasso, Ricardo Bajo, Enric Munar, Albert Flexas, Francisco del-Pozo & Fernando Maestú, Dynamics of brain networks in the aesthetic appreciation, *Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America*. 110 (Supplement 2) 10454-10461 (2013)
25. Pablo Fleurquin, José J. Ramasco & Víctor M. Eguíluz, Data-driven modeling of systemic delay propagation under severe meteorological conditions, *arXiv:1308.0438* (2013)
26. Pablo Fleurquin, José J. Ramasco & Víctor M. Eguíluz, Systemic delay propagation in the US airport network, *Scientific Reports* 3, 1159 (2013)
27. Przemyslaw A. Grabowicz, José J. Ramasco & Víctor M. Eguíluz, Dynamics in Online Social Networks, In: Mukherjee A., Choudhury M., Peruni F., Ganguly N., Mitra B. (eds) *Dynamics On and Of Complex Networks, Volume 2. Modeling and Simulation in Science, Engineering and Technology*. Birkhäuser, New York, NY (2013)
28. Miguel Pineda, Raúl Toral & Emilio Hernández-García, The noisy Hegselmann-Krause model for opinion dynamics, *European Physical Journal B* 86, 490 (2013)
29. Naoki Masuda, Konstantin Klemm & Víctor M. Eguíluz, Temporal Networks: Slowing Down Diffusion by Long Lasting Interactions, *Physical Review Letters* 111, 18, 188701 (2013)
30. Przemyslaw A. Grabowicz, Luca Maria Aiello, Víctor M. Eguíluz & Alejandro Jaimes, Distinguishing Topical and Social Groups Based on Common Identity and Bond Theory, *WSDM '13 Proceedings of the Sixth ACM International Conference on Web Search and Data Mining Pages* 627-636 (2013)
31. Miquel Montero & Javier Villarroel, Monotonic continuous-time random walks with drift and stochastic reset events, *Physical Review E* 87, 1, 012116 (2013)
32. Marian Boguñá, Claudio Castellano & Romualdo Pastor-Satorras, Nature of the epidemic threshold for the susceptible-infectec-susceptible dynamics in networks, *Physical Review Letters* 111, 068701 (2013)
33. Pol Colomer-de-Simón, M. Ángeles Serrano, Mariano G. Beiró, J. Ignacio Alvarez-Hamelin, Marián Boguñá, Deciphering the global organization of clustering in real complex networks, *Scientific Reports* 3, 2517 (2013)
34. Núria Rovira-Asenjo, Tània Gumí, Marta Sales-Pardo & Roger Guimerà, Predicting future conflict between team-members with parameter-free models of social networks, *Scientific Reports* 3, 1999 (2013)
35. Almudí, I., Fatás-Villafranca, F. & Izquierdo, L.R., Industry dynamics, technological regimes and the role of demand, *Journal of Evolutionary Economics* 23, 5, 1073-1098 (2013)
36. José M. Galán, Luis R. Izquierdo, Segismundo S. Izquierdo, José I. Santos, R. del Olmo & López-Paredes, Checking Simulations: Detecting and Avoiding Errors and Artefacts, In Edmonds, B. & Meyer, R. (eds.) *Simulating Social Complexity: A Handbook. Series: Understanding Complex Systems*. Springer-Verlag, 95-116 (2013)

37. Montserrat Guillén, José María Sarabia & Faustino Prieto, Simple risk measure calculations for sums of positive random variables, *Insurance: Mathematics and Economics* 53, 1, 273-280 (2013)

2014

1. Francisco Grimaldo, Juan M. Orduña, Miguel Lozano, Francisco Ródenas & Jorge Garcés, Towards a Simulator of Integrated Long-term Care Systems for Elderly People, *International Journal on Artificial Intelligence Tools* 23, 1440005 (2014)
2. Daniele Vilone, José J. Ramasco, Angel Sánchez & Maxi San Miguel, Social imitation vs strategic choice, or consensus vs cooperation in the networked Prisoner's Dilemma, *Physical Review E* 90, 2, 022810 (2014)
3. Francisco Grimaldo & Mario Paolucci, Mechanism change in a simulation of peer review: from junk support to elitism, *Scientometrics*, 99:663 (2014)
4. Luis R. Izquierdo, Segismundo S. Izquierdo & Fernando Vega-Redondo, Leave and let leave: A sufficient condition to explain the evolutionary emergence of cooperation, *Journal of Economic Dynamics and Control* 46, 91-113 (2014)
5. Jelena Grujić, Carlos Gracia-Lázaro, Manfred Milinski, Dirk Semmann, Arne Traulsen, José A. Cuesta, Yamir Moreno & Angel Sánchez, A comparative analysis of spatial Prisoner's Dilemma experiments: Conditional cooperation and payoff irrelevance, *Scientific Reports* 4, 4615 (2014)
6. A.J.Morales, J.Borondo, J.C.Losada & R.M.Benito, Efficiency of human activity on information spreading on Twitter, *Social Networks* 39, 1-11 (2014)
7. Alberto Antonioni, Angel Sanchez & Marco Tomassini, Global Information and Mobility Support Coordination Among Humans, *Scientific Reports* 4, 6458 (2014)
8. Giulio Cimini & Angel Sánchez, Learning dynamics explains human behaviour in Prisoner's Dilemma on networks, *Journal of the Royal Society Interface* 11, 94 (2014)
9. J.Borondo, A.J.Morales, R.M.Benito & J.C.Losada, Mapping the online communication patterns of political conversations, *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications* 414, 403-413 (2014)
10. Ivan Briz i Godino, José Ignacio Santos, José M. Galán, Jorge Caro, Myrian Álvarez & Débora Zurro, Social Cooperation and Resource Management Dynamics Among Late Hunter-Fisher-Gatherer Societies in Tierra del Fuego (SouthAmerica), *Journal of Archaeological Method and Theory*, 21:343 (2014)
11. Luis A. Martinez-Vaquero & José A. Cuesta, Spreading of intolerance under economic stress: Results from a reputation-based model, *Physical Review E* 90, 2, 022805 (2014)
12. Mario Gutiérrez-Roig, Carlos Gracia-Lázaro, Josep Perelló, Yamir Moreno & Angel Sánchez, Transition from reciprocal cooperation to persistent behaviour in social dilemmas at the end of adolescence, *Nature Communications* 5, 4362 (2014)
13. Juan Fernández-Gracia, Krzysztof Suchecki, José J. Ramasco, Maxi San Miguel & Víctor M. Eguíluz, Is the Voter Model a Model for Voters?, *Physical Review Letters* 112, 158701 (2014)
14. Andreas Angourakis, José Ignacio Santos, José M. Galán & Andrea L. Balbo, Food for all: An agent-based model to explore the emergence and implications of cooperation for food storage, *The Journal of Human Palaeoecology*, 20:4, 349-363 (2014)
15. Joaquín Sanz, Cheng-Yi Xia, Sandro Meloni & Yamir Moreno, Dynamics of Interacting Diseases, *Physical Review X* 4, 041005 (2014)
16. Manlio De Domenico, Albert Solé-Ribalta, Sergio Gómez & Àlex Arenas, Navigability of interconnected networks under random failures, *Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America* 111, 23, 8351-8356 (2014)
17. Clara Granell, Sergio Gómez & Àlex Arenas, Competing spreading processes on multiplex networks: awareness and epidemics, *Physical Review E* 90, 1, 012808 (2014)
18. Albert Solé-Ribalta, Manlio De Domenico, Sergio Gómez & Àlex Arenas, Centrality rankings in multiplex networks, *WebSci '14 Proceedings of the 2014 ACM conference on Web science*, 149-155 (2014)
19. Mikko Kivelä, Àlex Arenas, Marc Barthelemy, James P. Gleeson, Yamir

- Moreno & Manson A. Porter, Multilayer networks, *Journal of Complex Networks* 2, 3, 203–271 (2014)
20. Sergi Lozano, Xosé Pedro Rodríguez & Àlex Arenas, Atapuerca: evolution of scientific collaboration in an emergent large-scale research infrastructure, *Scientometrics*, 98:1505 (2014)
21. Daniele Vilone, José J. Ramasco, Angel Sánchez & Maxi San Miguel, Social imitation vs strategic choice, or consensus vs cooperation in the networked Prisoner's Dilemma, *Physical Review E* 90, 2, 022810 (2014)
22. Adrián Carro, Federico Vázquez, Raúl Toral, Maxi San Miguel, Fragmentation transition in a coevolving network with link-state dynamics, *Physical Review E* 89, 6, 062802 (2014)
23. Marina Diakonova, Maxi San Miguel & Víctor M. Eguíluz, Absorbing and Shattered Fragmentation Transitions in Multilayer Coevolution, *Physical Review E* 89, 6, 062818 (2014)
24. J.C. González-Avella, M.G. Cosenza & M. San Miguel, Localized coherence in two interacting populations of social agents, *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications* 399, 24-30 (2014)
25. Bruno Campanelli, Pablo Fleurquin, Víctor M. Eguíluz & José J. Ramasco, Trees of Reactionary Delay: Addressing the Dynamical Robustness of the US Air Transportation Network, *The Fourth SESAR Innovation Days* (2014)
26. Juan Manuel Pastor, Javier García-Algarra, José M. Iriondo, José J. Ramasco & Javier Galeano, Rethinking the logistic approach for population dynamics of mutualistic interactions. *Journal of Theoretical Biology* 363, 332-343 (2014)
27. Maxime Lenormand, Antonio Tugores, Pere Colet & José J. Ramasco, Tweets on the road, *PLoS ONE* 9 (8): e105407 (2014)
28. Maxime Lenormand, Miquel Picornell, Oliva García Cantú-Ros, Antonia Tugores, Thomas Louail, Ricardo Herranz, Marc Barthelemy, Enrique Frías-Martínez & José J. Ramasco, Cross-checking different sources of mobility information, *PLoS ONE* 9 (8): e105184 (2014)
29. Maxime Lenormand, Miquel Picornell, Oliva García Cantú-Ros, Antonia Tugores, Thomas Louail, Ricardo Herranz, Marc Barthelemy, Enrique Frías-Martínez & José J. Ramasco, From mobile phone data to the spatial structure of cities, *Scientific Reports* 4, 5276 (2014)
30. Przemysław A. Grabowicz, José J. Ramasco, Bruno Gonçalves & Víctor M. Eguíluz, Entangling mobility and interactions in Social Media, *PLoS ONE* 9 (3): e92196 (2014)
31. Pablo Fleurquin, José J. Ramasco & Víctor M. Eguíluz, Characterization of delay propagation in the US air transportation network, *Transportation* 53, 3, 330-344 (2014)
32. Andrea Apolloni, Chiara Poletto, José J. Ramasco, Pablo Jensen & Vittoria Colizza. Metapopulation epidemic models with heterogeneous mixing and travel behaviour. *Theoretical Biology and Medical Modelling*, 11:3 (2014)
33. Marián Boguñá, Luis F. Lafuerza, Raúl Toral, M. Ángeles Serrano, Simulating non-Markovian stochastic processes, *Physical Review E* 90, 4, 042108 (2014)
34. Jaume Masoliver, Extreme values and the level-crossing problem: An application to the Feller process, *Physical Review E* 89, 4, 042106 (2014)
35. Jaume Masoliver, The level-crossing problem: first-passage, escape and extremes, *Fluctuation and Noise Letters* 13, 04, 1430001 (2014)
36. Miquel Montero, Invariance in quantum walks with time-dependent coin operators, *Physical Review A* 90, 6, 062312 (2014)
37. Pol Colomer-de-Simón & Marián Boguñá, Double percolation phase transition in clustered complex networks, *Physical Review X* 4, 041020 (2014)
38. Kaj-Kolja Kleineberg & Marián Boguñá, Evolution of the digital society reveals balance between viral and mass media influence, *Physical Review X* 4, 031046 (2014)
39. Arnau Gavaldà-Miralles, David R. Choffnes, John S. Otto, Mario A. Sánchez, Fabián E. Bustamante, Luís A. N. Amaral, Jordi Duch & Roger Guimerà, Impact of heterogeneity and socioeconomic factors on individual behavior in decentralized sharing ecosystems, *Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America*, 111 (43) , 15322 -15327 (2014)
40. Curtis H. Weiss, Julia Poncela-Casasnovas, Joshua I. Glaser, Adam R. Pah, Stephen D. Persell, David W. Baker,

- Richard G. Wunderink & Luís A. Nunes Amaral, Adoption of a high-impact innovation in a homogeneous population, *Physical Review X* 4, 041008 (2014)
41. Óscar Martín, María Pereda, José I. Santos & José M. Galan, Assessment of resistance spot welding quality based on ultrasonic testing and tree-based techniques, *Journal of Materials Processing Technology* 214, 11, 2478-2487 (2014)
42. S. Boccaletti, G. Bianconi, R. Criado, C.I. del Genio, J. Gómez-Gardeñes, M. Romance, I. Sendiña-Nadal, Z. Wang & M. Zanin, The Structure and Dynamics of Multilayer Networks, *Physics Reports* 544, 1-122 (2014)
43. A. Cardillo, G. Petri, V. Nicosia, R. Sinatra, J. Gómez-Gardeñes & V. Latora, Evolutionary Dynamics of Time-resolved Social Interactions, *Physical Review E* 90, 052825 (2014)
44. I. Hermoso de Mendoza, L. Pachón, J. Gómez-Gardeñes & D. Zueco, Synchronization in a semiclassical Kuramoto model, *Physical Review E* 90, 052904 (2014)
45. Lucas Lacasa & Jesús Gómez-Gardeñes, Analytical estimation of the correlation dimension of integer lattices, *Chaos: An Interdisciplinary Journal of Nonlinear Science* 24, 043101 (2014)
46. Carlos Gracia-Lázaro, Jesús Gómez-Gardeñes, Luis Mario Floría & Yamir Moreno, Inter-group information exchange drives cooperation in the Public Goods Game, *Physical Review E* 90, 042808 (2014)
47. N. Azimi-Tafreshi, J. Gómez-Gardeñes & S. Dorogovtsev, K-core Percolation in Multiplex Networks, *Physical Review E* 90, 032816 (2014)
48. E. Estrada & J. Gómez-Gardeñes, Communicability reveals a Transition to Coordinated behavior in Multiplex Networks, *Physical Review E* 89, 042819 (2014)
49. Faustino Prieto, José María Sarabia & Antonio José Sáez, Modelling major failures in power grids in the whole range, *International Journal of Electrical Power & Energy Systems* 54, 10-16 (2014)
50. Faustino Prieto, Emilio Gómez-Déniz, José María Sarabia, Modelling road accident blackspots data with the discrete generalized Pareto distribution, *Accident Analysis & Prevention* 71, 38-49 (2014)
- 2015
1. Angel Sánchez, Theory must be informed by experiments (and back) Comment on “Universal scaling for the dilemma strength in evolutionary games”, by Z. Wang et al. *Physics of Life Reviews* 14, 52-53 (2015)
2. Giulio Cimini, Claudio Castellano & Angel Sánchez, Dynamics to Equilibrium in Network Games: Individual Behavior and Global Response, *PLoS ONE* 10 (3): e0120343 (2015)
3. Agustín Santos, Antonio Fernández Anta, José A. Cuesta & Luis López Fernández, Fair linking mechanisms for resource allocation with correlated player types, In: Noubir G., Raynal M. (eds) *Networked Systems. Lecture Notes in Computer Science*, vol 8593. Springer, Cham (2015)
4. Katherine A. Cronin, Daniel J. Acheson, Penélope Hernández & Angel Sánchez, Hierarchy is Detrimental for Human Cooperation, *Scientific Reports* 5, 18634 (2015)
5. Nikos E. Kouvaris, Shigefumi Hata & Albert Díaz-Guilera, Pattern formation in multiplex networks, *Scientific Reports* 5, 10840 (2015)
6. José A. Cuesta, Carlos Gracia-Lázaro, Alfredo Ferrer, Yamir Moreno & Angel Sánchez, Reputation drives cooperative behaviour and network formation in human groups, *Scientific Reports* 5, 7843 (2015)
7. Alberto Antonioni, Angel Sánchez & Marco Tomassini, Short-Range Mobility and the Evolution of Cooperation: An Experimental Study, *Scientific Reports* 5, 10282 (2015)
8. Oleguer Segarra, Michael Szell, Paolo Santi, Albert Díaz-Guilera & Carlo Ratti, Supersampling and Network Reconstruction of Urban Mobility, *PLoS ONE* 10 (8): e0134508 (2015)
9. C. Herrera-Yagüe, C.M. Schneider, T. Couronné, Z. Smoreda, R.M. Benito, P.J. Zufiria & M.C. González, The anatomy of urban social networks and its implications

- in the searchability problem, *Scientific Reports* 5, 10265 (2015)
10. Segismundo S. Izquierdo & Luis R. Izquierdo, The “Win-Continue, Lose-Reverse” Rule in Oligopolies: Robustness of Collusive Outcomes, *Advances in Complex Systems* 18, 1550013 (2015)
11. Emanuele Cozzo, Mikko Kivelä, Manlio De Domenico, Albert Solé-Ribalta, Àlex Arenas, Sergio Gómez, Mason A. Porter & Yamir Moreno, Structure of triadic relations in multiplex networks, *New Journal of Physics* 17, 7, 073029 (2015)
12. Mara Baudena, Angel Sánchez, Co-Pierre Georg, Paloma Ruiz-Benito, Miguel Á. Rodríguez, Miguel A. Zavala & Max Rietkerk, Revealing patterns of local species richness along environmental gradients with a novel network tool, *Scientific Reports* 5, 11561 (2015)
13. Adrián Carro, Raúl Toral & Maxi San Miguel, Markets, Herding and Response to External Information, *PLoS ONE* 10 (7): e0133287 (2015)
14. Giulio Cimini & Angel Sánchez, How Evolutionary Dynamics Affects Network Reciprocity in Prisoner’s Dilemma, *Journal of Artificial Societies and Social Simulation* 18, 2, 1-22 (2015)
15. Luís R. Izquierdo, Doina Olaru, Segismundo S. Izquierdo, Sharon Purchase & Geoffrey Soutar, Fuzzy Logic for Social Simulation Using {NetLogo}, *Journal of Artificial Societies and Social Simulation* 18 (4), 1 (2015)
16. José Santos, María Pereda, Débora Zurro, Myrian Álvarez, Jorge Caro, José M. Galán & Ivan Briz, Effect of Resource Spatial Correlation and Hunter-Fisher-Gatherer Mobility on Social Cooperation in Tierra del Fuego, *PLoS ONE* 10 (4): e0121888 (2015)
17. Jesús Gómez-Gardeñes, Manlio De Domenico, Gerardo Gutiérrez, Àlex Arenas & Sergio Gómez, Layer-layer competition in multiplex complex networks, *Philosophical Transactions of the Royal Society A* 373, 2056 (2015)
18. Albert Solé-Ribalta, Clara Granell, Sergio Gómez & Àlex Arenas, Information transfer in community structured multiplex networks, *Frontiers in Physics*, 3:61 (2015)
19. Manlio De Domenico, Albert Solé-Ribalta, Elisa Omodei, Sergio Gómez & Àlex Arenas, Ranking in interconnected multilayer networks reveals versatile nodes, *Nature Communications* 6, 6868 (2015)
20. Joan T. Matamalas, Julia Poncela-Casasnovas, Sergio Gómez & Àlex Arenas, Strategical incoherence regulates cooperation in social dilemmas on multiplex networks, *Scientific Reports* 5, 9519 (2015)
21. Clara Granell, Richard K. Darst, Àlex Arenas, Santo Fortunato & Sergio Gómez, Benchmark model to assess community structure in evolving networks, *Physical Review E* 92, 1, 012805 (2015)
22. Elisa Omodei, Manlio De Domenico & Àlex Arenas, Characterizing interactions in online social networks during exceptional events, *Frontiers in Physics*, 3:59 (2015)
23. J. Dooyne Farmer, John Geanakoplos, Jaume Masoliver, Miquel Montero & Josep Perelló, Value of the future: Discounting in random environments, *Physical Review E* 91, 5, 052816 (2015)
24. Maxime Lenormand, Miguel Picornell, Oliva García Cantú-Ros, Thomas Louail, Ricardo Herranz, Marc Barthelemy, Enrique Frías-Martínez, Maxi San Miguel & José J. Ramasco, Comparing and modeling land use organization in cities, *Royal Society Open Science* 2, 150449 (2015)
25. Maxime Lenormand, Thomas Louail, Olivia García Cantú-Ros, Miguel Picornell, Ricardo Herranz, Marc Barthelemy, Juan Murillo Arias, Maxi San Miguel & José J. Ramasco. Influence of sociodemographic characteristics on human mobility, *Scientific Reports* 5, 10075 (2015)
26. Haydee Lugo & Maxi San Miguel, Learning and coordinating in a multilayer network, *Scientific Reports* 5, 7776 (2015)
27. Víctor M. Eguíluz, Marina Diakonova & Maxi San Miguel, Noise in Coevolving Networks. *Physical Review E* 92, 3, 032803 (2015)
28. Andrea Guazzini, Alessandro Cini, Franco Bagnoli & José J. Ramasco, Opinion dynamics within a virtual small group: the stubbornness effect, *Frontiers in Physics*, 3:65 (2015)
29. Maxime Lenormand, Antònia Tugores, Bruno Gonçalves & José J. Ramasco, Human diffusion and city influence, *Journal of the Royal Society Interface* 12, 109 (2015)
30. Juan Manuel Pastor, Javier García-Algarra, José M. Iriondo, José J. Ramasco & Javier Galeano, Dragging in mutualistic

- networks, *Networks and Heterogeneous Media (AIMS)* 10, 1 (2015)
31. Juan Manuel Pastor, Javier García-Algarra, José M. Iriondo, José J. Ramasco & Javier Galeano, A simple and bounded model of population dynamics in mutualistic networks, *Networks and Heterogeneous Media (AIMS)* 10, 1 (2015)
32. Miguel Picornell, Tomás Ruiz, Maxime Lenormand, José J. Ramasco, Thibaut Dubernet & Enrique Frías-Martínez, Exploring the potential of phone call data to characterize the relationship between social network and travel behavior, *Transportation*, 42: 647 (2015)
33. Toni Pérez, Juan Fernández-Gracia, José J. Ramasco & Víctor M. Eguíluz, Persistence in Voting Behavior: Stronghold Dynamics in Elections, In: Agarwal N., Xu K., Osgood N. (eds) *Social Computing, Behavioral-Cultural Modeling, and Prediction*. SBP 2015. Lecture Notes in Computer Science 9021. Springer, Cham (2015)
34. Thomas Louail, Maxime Lenormand, Miguel Picornell, Oliva García Cantú-Ros, Ricardo Herranz, Enrique Frías-Martínez, José J. Ramasco, Marc Barthélemy, Uncovering the spatial structure of mobility networks, *Nature Communications* 6, 6007 (2015)
35. Naoki Masuda, Konstantin Klemm & Víctor M. Eguíluz, Slowing down of linear consensus dynamics on temporal networks: some theoretical extensions, *IFAC-PapersOnLine* 48, 18, 187-192 (2015)
36. Víctor M. Eguíluz, Naoki Masuda & Juan Fernández-Gracia, Bayesian decision making in human collectives with binary choices, *PLoS ONE* 10 (4): e0121332 (2015)
37. Stephanie Keller-Schmidt, Murat Tugrul, Víctor M. Eguíluz, Emilio Hernández-García & Konstantin Klemm, Anomalous scaling in an age-dependent branching model, *Physical Review E* 91, 2, 022803 (2015)
38. Chiara Orsini, Marija Mitrović Dankulov, Almerima Jamakovic, Priya Mahadevan, Pol Colomer-de-Simón, Amin Vahdat, Kevin E Bassler, Zoltán Toroczkai, Marián Boguñá, Guido Caldarelli, Santo Fortunato & Dmitri Krioukov, Quantifying randomness in real networks, *Nature Communications* 6, 8627 (2015)
39. M. Ángeles Serrano, Ľuboš Buzna & Marián Boguñá, Escaping the avalanche collapse in self-similar multiplexes, *New Journal of Physics* 17, 053033 (2015)
40. Kaj-Kolja Kleineberg & Marián Boguñá, Digital Ecology: Coexistence and Domination among Interacting Networks, *Scientific Reports* 5, 10268 (2015)
41. Guillermo García-Pérez, Marián Boguñá & M. Ángeles Serrano, Regulation of burstiness by network-driven activation, *Scientific Reports* 5, 9714 (2015)
42. M. Irmak Sireer, Spiro Maroulis, Roger Guimerà, Uri Wilensky, Luís A. Nunes Amaral, The currents beneath the “rising tide” of school choice: An analysis of student enrollment flows in the Chicago public schools, *Journal of Policy Analysis and Management* 34(2), 358-377 (2015).
43. Oleguer Sagarra, Conrad J. Pérez Vicente & Albert Díaz-Guilera, Role of adjacency-matrix degeneracy in maximum-entropy-weighted network models, *Physical Review E* 92, 5, 052816 (2015)
44. María Pereda, José Ignacio Santos, Óscar Martín & José Manuel Galán, Direct quality prediction in resistance spot welding process: Sensitivity, specificity and predictive accuracy comparative analysis, *Science and Technology of Welding and Joining* 20, 8, 1362-1718 (2015)
45. Julia Poncela-Casasnovas, Bonnie Spring, Daniel McClary, Arlen C. Moller, Rufaro Mukogo, Christine A. Pellegrini, Michael J. Coons, Miriam Davidson, Satyam Mukherjee & Luis A. Nunes Amaral, Social embeddedness in an online weight management programme is linked to greater weight loss, *Journal of the Royal Society Interface*, 12, 104 (2015)
46. Fernando Acebes, María Pereda, David Poza, Javier Pajares & José Manuel Galán, Stochastic earned value analysis using Monte Carlo simulation and statistical learning techniques, *International Journal of Project Management*, 33, 7, 1597-1609 (2015)
47. R. Sevilla-Escoboza, R. Gutiérrez, G. Huerta, S. Boccaletti, J. Gómez-Gardeñes, A. Arenas & J. Buldú, Enhancing the stability of the synchronization of multivariable coupled oscillators, *Physical Review E* 92, 032804 (2015)
48. Jesús Gómez-Gardeñes, Reciprocity Mechanisms meet together. A previous setp to bridge the gap with experiments?, *Physics of Life Reviews* 14, 54-55 (2015)
49. Jesús Gómez-Gardeñes, Alessandro S. de Barros, Suani T.R. Pinho & Roberto F.S. Andrade, Abrupt Transitions from

Reinfections in Social Contagions, Europhysics Letters 110, 58006 (2015)

50. L.V. Gambuzza, M. Frasca & J. Gómez-Gardeñes, Intra-layer Synchronization in Multiplex Networks, Europhysics Letters 110, 20010 (2015)

51. Alejandro Torres-Sánchez, Jesús Gómez-Gardenes & Fernando Falo, An integrative approach for modeling and simulation of Heterocyst pattern formation in Cyanobacteria filaments, PLoS Computational Biology 11, e1004129 (2015)

52. María Pereda, David Poza, José I. Santos & José Galán, Quality Uncertainty and Market Failure: An Interactive Model to Conduct Classroom Experiments, International Joint Conference, 549--557 (chapter book) (2015)

2016

1. Adrián Carro, Raúl Toral & Maxi San Miguel, The noisy voter model on complex networks, Scientific Reports 6, 24775 (2016)

2. Manlio De Domenico & Àlex Arenas, Researcher incentives: EU cash goes to the sticky and attractive, Nature (2016)

3. Albert Solé-Ribalta, Sergio Gómez & Àlex Arenas, Congestion Induced by the Structure of Multiplex Networks, Physical Review Letters 116, 10, 108701 (2016)

4. Niccolò Casnici, Francisco Grimaldo, Nigel Gilbert & Flaminio Squazzoni, Attitudes of referees in a multidisciplinary journal: An empirical analysis, Journal of the Association for Information Science and Technology 68, 7, 1763-1771 (2016)

5. Alberto Antonioni, Angel Sánchez & Marco Tomassini, Cooperation Survives and Cheating Pays in a Dynamic Network Structure with Unreliable Reputation, Scientific Reports 6, 27160 (2016)

6. Javier Borge-Holthoefer, Nicola Perra, Bruno Gonçalves, Sandra González-Bailón, Àlex Arenas, Yamir Moreno & Alessandro Vespignani, The dynamics of information-driven coordination phenomena: A transfer entropy analysis, Science Advances 2, 4, e1501158 (2016)

7. Oleguer Sagarra, Mario Gutiérrez-Roig, Isabelle Bonhoure & Josep Perelló, Citizen Science Practices for Computational Social Science Research: The Conceptualization of Pop-Up

Experiments, Frontiers of Physics, 3:93 (2016)

8. Mario Gutiérrez-Roig, Oleguer Sagarra, A. Oltra, J. R. B. Palmer, F. Bartumeus, Albert Díaz-Guilera & Josep Perelló, Active and reactive behaviour in human mobility: the influence of attraction points on pedestrians, Royal Society Open Science 3, 160298 (2016)

9. Julia Poncela-Casasnovas, Mario Gutiérrez-Roig, Carlos Gracia-Lázaro, Julian Vicens, Jesús Gómez-Gardeñes, Josep Perelló, Yamir Moreno, Jordi Duch & Angel Sánchez, Humans display a reduced set of consistent behavioral phenotypes in dyadic games, Science Advances 2, 8, e1600451 (2016)

10. Mario Gutiérrez-Roig, Carlota Segura, Jordi Duch & Josep Perelló, Market Imitation and Win-Stay Lose-Shift Strategies Emerge as Unintended Patterns in Market Direction Guesses, PLoS ONE 11 (8): e0159078 (2016)

11. Johanne Hizanidis, Nikos E. Kouvaris, Zamora-López Gorka, Albert Díaz-Guilera & Chris G. Antonopoulos, Chimera-like States in Modular Neural Networks, Scientific Reports 6, 19845 (2016)

12. Naoya Fujiwara, Jürgen Kurths & Albert Díaz-Guilera, Synchronization of mobile chaotic oscillator networks, Chaos: An Interdisciplinary Journal of Nonlinear Science 26, 094824 (2016)

13. Albert Solé-Ribalta, Sergio Gómez & Àlex Arenas, A model to identify urban traffic congestion hotspots in complex networks, Royal Society Open Science 2054-5703 (2016)

14. Richard K. Darst, Clara Granell, Àlex Arenas, Sergio Gómez, Jari Saramäki & Santo Fortunato, Detection of timescales in evolving complex systems, Scientific Reports 6, 39713 (2016)

15. Adam Hackett, Davide Cellai, Sergio Gómez, Àlex Arenas & James P. Gleeson, Bond percolation on multiplex networks, Physical Review X 6, 2, 021002 (2016)

16. Manlio De Domenico, Clara Granell, Manson A. Porter & Àlex Arenas, The physics of spreading processes in multilayer networks, Nature Physics 12, 901-906 (2016)

17. Joan T. Matamalas, Manlio De Domenico & Àlex Arenas, Assessing reliable human mobility patterns from higher-order memory in mobile

- communications, *Journal of the Royal Society Interface* 13, 121 (2016)
18. Elisa Omodei, Manlio De Domenico & Àlex Arenas, Evaluating the impact of interdisciplinary research: A multilayer network approach, *Network Science* 5, 2, 235-246 (2016)
19. Elisa Omodei & Àlex Arenas, Untangling the role of diverse social dimensions in the diffusion of microfinance, *Applied Network Science*, 1:14 (2016)
20. Manlio De Domenico, Elisa Omodei & Àlex Arenas, Quantifying the Diaspora of Knowledge in the Last Century, *Applied Network Science*, 1:15 (2016)
21. Ignacio Tamarit & ngel Sánchez, Emotions and Strategic Behaviour: The case of the Ultimatum Game, *PLoS ONE* 11 (7): e0158733 (2016)
22. Adrián Carro, Raúl Toral & Maxi San Miguel, Coupled dynamics of node and link states in complex networks: A model for language competition, *New Journal of Physics* 18, 113056 (2016)
23. Agnieszka Czaplicka, Raúl Toral & Maxi San Miguel, Competition of simple and complex adoption on interdependent networks, *Physical Review E* 94, 6, 062301 (2016)
24. Peter Klimek, Marina Diakonova, Víctor M. Eguíluz, Maxi San Miguel & Stefan Thurner, Dynamical origins of the community structure of an online multi-layer society, *New Journal of Physics* 18 (2016)
25. Federico Vázquez, M. Ángeles Serrano & Maxi San Miguel, Rescue of endemic states in interconnected networks with adaptive coupling, *Scientific Reports* 6, 29342 (2016)
26. Marina Diakonova, Vincenzo Nicosia, Vito Latora & Maxi San Miguel, Irreducibility of multilayer network dynamics, *New Journal of Physics* 18 (2016)
27. Bruno Campanelli, Pablo Fleurquin, Andrés Arranz, Izaro Etxebarria, Carla Ciruelos, Víctor M. Eguíluz & José J. Ramasco, Comparing the modeling of delay propagation in the US and European air traffic networks, *Journal of Air Transport Management* 56, Part A, 12-18 (2016)
28. Maxime Lenormand & José J. Ramasco, Towards a better understanding of cities using mobility data, *Built Environment*, Alexandrine Press, 42 (3), 356-364 (2016)
29. Maxime Lenormand, Thomas Louail, Marc Barthelemy & José J. Ramasco, Is spatial information in ICT data reliable?, Extended version of the conference paper published in the proceedings of the 2016 Spatial Accuracy Conference, 9-17, Montpellier, France
30. Aleix Bassolas, Maxime Lenormand, Antònia Tugores, Bruno Gonçalves & José J. Ramasco, Touristic site attractiveness seen through Twitter, *EPJ Data Science*, 5:12 (2016)
31. Maxime Lenormand, Aleix Bassolas & José J. Ramasco, Systematic comparison of trip distribution laws and models, *Journal of Transport Geography* 51, 158-169 (2016)
32. Víctor M. Eguíluz, Juan Fernández-Gracia, Xabier Irigoien & Carlos M. Duarte, A quantitative assessment of Arctic shipping in 2010-2014, *Scientific Reports* 6, 30682 (2016)
33. Leo Speidel, Konstantin Klemm, Víctor M. Eguíluz & Naoki Masuda, Temporal interactions facilitate endemicity in the susceptible-infected-susceptible epidemic model, *New Journal of Physics* 18 (2016)
34. Toni Pérez, Jordi Zamora & Víctor M. Eguíluz, Collective intelligence: aggregation of information from neighbors in a guessing game. *PLoS ONE* 11 (4): e0153586 (2016)
35. Toni Pérez, Konstantin Klemm & Víctor M. Eguíluz, Competition in the presence of aging: dominance, coexistence, and alternation between states, *Scientific Reports* 6, 21128 (2016)
36. A. Paolo Masucci, Alkiviadis Kalampokis, Víctor M. Eguíluz & Emilio Hernández-García, Semantic Space as a Metapopulation System: Modelling the Wikipedia Information Flow Network, In: Mehler A., Lüking A., Banisch S., Blanchard P., Job B. (eds) *Towards a Theoretical Framework for Analyzing Complex Linguistic Networks. Understanding Complex Systems*. Springer, Berlin, Heidelberg (2016)
37. Jaume Masoliver, Nonstationary Feller process with time-varying coefficients, *Physical Review E* 93, 1, 012122 (2016)
38. Jaume Masoliver, Fractional telegrapher's equation from fractional persistent random walks, *Physical Review*

E 93, 5, 052107 (2016)

39. Miquel Montero & Javier Villarroel, Directed random walk with random restarts: The Sisyphus random walk, *Physical Review E* 94, 3, 032132 (2016)

40. Kaj-Kolja Kleineberg, Marián Boguñá, M Ángeles Serrano & Fragkiskos Papadopoulos, Hidden geometric correlations in real multiplex networks, *Nature Physics* 12 (11), 1076-1081 (2016)

41. Guillermo García-Pérez, Marián Boguñá, Antoine Allard & M. Ángeles Serrano, The hidden hyperbolic geometry of international trade: World Trade Atlas 1870-2013, *Scientific Report* 6, 33441 (2016)

42. Kaj-Kolja Kleineberg & Marián Boguñá, Competition between global and local online social networks, *Scientific Reports* 6, 25116 (2016)

43. Toni Vallès-Català, Francesco A. Massucci, Roger Guimerà & Marta Sales-Pardo, Multilayer Stochastic Block Models Reveal the Multilayer Structure of Complex Networks, *Physical Review X* 6, 011036 (2016)

44. Antonia Godoy-Lorite, Roger Guimerà & Marta Sales-Pardo. Long-term evolution of email networks: statistical regularities, predictability and stability of social behaviors, *PLoS ONE* 11 (1): e0146113 (2016)

45. Antonia Godoy-Lorite, Roger Guimerà, Christopher Moore & Marta Sales-Pardo, Accurate and scalable social recommendation using mixed-membership stochastic block models, *Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America* 113 (50), 14207-14212 (2016)

46. R.J. Requejo & A. Diaz-Guilera, Replicator dynamics with diffusion on multiplex networks, *Physical Review E* 94, 02, 022301 (2016)

47. Segismundo S. Izquierdo, Luis R. Izquierdo, José M. Galán & José I. Santos, *Economía Artificial: una valoración crítica*, *Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa* 22, 36-54 (2016)

48. Charo I. Del Genio, Jesús Gómez-Gardeñes, Ivan Bonamassa & Stefano Boccaletti, Synchronization in Networks with Multiple Interaction Layers, *Science Advances* 2, e1601679 (2016)

49. Laura Lotero, Rafael G. Hurtado, Luis Mario Floría & Jesús Gómez-Gardeñes, Rich do not rise early: Spatio-temporal patterns in the Mobility Networks of different Socio-economic classes, *Royal Society Open Science* 3, 150654 (2016)

50. Andrea Girón, Hugo Saiz, Flora S. Bacelar, Roberto F. S. Andrade & Jesús Gómez-Gardeñes, Synchronization unveils the organization of Ecological networks with Positive and Negative interactions, *Chaos: An Interdisciplinary Journal of Nonlinear Science* 26, 065302 (2016)

51. Jesús Gómez-Gardeñes & Ernesto Estrada, Network Bipartivity and the Transportation Efficiency of European Passenger Airlines, *Physica D* 323, 57-63 (2016)

52. Lucía Valentina Gambuzza, Jesús Gómez-Gardeñes & Mattia Frasca, Amplitude dynamics favors synchronization in complex networks, *Scientific Reports* 6, 24915 (2016)

53. J. Gómez-Gardeñes, L. Lotero, S. Taraskin, & F. Pérez-Reche, Explosive Contagion in Networks, *Scientific Reports* 6, 19767 (2016)

54. Laura Lotero, Alessio Cardillo, Rafael Hurtado & Jesús Gómez-Gardeñes, Several Multiplexes in the same city: The role of Wealth differences in urban mobility, *Interconnected Networks* 149-164, Springer (2016)

55. Fabio Lamanna, Maxime Lenormand, María Henar Salas-Olmedo, Gustavo Romanillos, Bruno Gonçalves & José J. Ramasco, Immigrant community integration in world cities, arXiv:1611.01056 (2016)

2017

1. Tiago A. Schieber, Laura Carpi, Albert Díaz-Guilera, Panos M. Pardalos, Cristina Masoller & Martín G. Ravetti, Quantification of network structural dissimilarities, *Nature Communications* 8, 13928 (2017)

2. Julian Vicens, Nereida Bueno-Guerra, Mario Gutiérrez-Roig, Carlos Gracia-Lázaro, Jesús Gómez-Gardeñes, Josep Perelló, Angel Sánchez, Yamir Moreno & Jordi Duch, Resource heterogeneity leads to unjust effort distribution in climate change mitigation, arXiv:1709.02857 (2017)

3. Hongrun Wu, Àlex Arenas & Sergio Gómez, Influence of trust in the spreading of information, *Physical Review E* 95, 1, 012301 (2017)
4. Albert Solé-Ribalta, Sergio Gómez & Àlex Arenas, Decongestion of urban areas with hotspot-pricing, *Networks and Spatial Economics*, 1-18, Springer (2017)
5. Manlio De Domenico & Àlex Arenas, Modeling structure and resilience of the Dark Network, *Physical Review E* 95, 2, 022313 (2017)
6. J. Gomez-Gardeñes, D. Soriano-Paños & A. Arenas, Critical regimes driven by recurrent mobility patterns of reaction-diffusion processes in networks, *Nature Physics* in press (2017)
7. Mattia Mazzoli & Angel Sánchez, Equilibria, Information and Frustration in Heterogeneous Network games with conflicting preferences, *Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiments*, 113403 (2017)
8. María Pereda, Pablo Brañas-Garza, Ismael Rodríguez-Lara & Angel Sánchez, The Emergence of Altruism as a Social Norm, *Scientific Reports* 7, 9684 (2017)
9. Federico Pablo-Martí & Angel Sánchez, Improving Transportation Networks: Effects of Population Structure and Decision Making Policies, *Scientific Reports* 7, 4498 (2017)
10. Pablo Brañas-Garza, Ismael Rodríguez-Lara & Angel Sánchez, Humans Expect Generosity, *Scientific Reports* 7, 42446 (2017)
11. Penélope Hernández, Guillem Martínez-Cánovas, Manuel Muñoz-Herrera and Angel Sánchez, Equilibrium Characterization of Networks Under Conflicting Preferences, *Economics Letters* 155, 154-156 (2017)
12. Roberta Amato, Nikos E. Kouvaris, Maxi San Miguel & Albert Diaz - Guilera, Opinion competition dynamics on multiplex networks, *New Journal of Physics* 19, 123019 (2017)
13. Byungjoon Min & Maxi San Miguel, Fragmentation transitions in a coevolving nonlinear voter model, *Scientific Reports* 7, 12864 (2017)
14. Nagi Khalil, Maxi San Miguel & Raúl Toral, Zealots in the mean-field noisy voter model, *Physical Review E* 97, 012310 (2017)
15. Oriol Artime, Juan Fernández-Gracia, José J. Ramasco & Maxi San Miguel, Joint effect of ageing and multilayer structure prevents ordering in the voter model, *Scientific Reports* 7, 7166 (2017)
16. Maxi San Miguel & Lucia Loureiro-Porto, Language choice in a multilingual society: A view from Complexity Theory, *Complexity in language: Developmental and evolutionary perspectives* (2017)
17. Oriol Artime, José J. Ramasco & Maxi San Miguel, Dynamics on networks: competition of temporal and topological correlations, *Scientific Reports* 7, 41627 (2017)
18. Federico Battiston, Vincenzo Nicosia, Vito Latora & Maxi San Miguel, Robust multiculturalism emerges from layered social influence, *Scientific Reports* (2017)
19. Bruno Gonçalves, Lucía Loureiro-Porto, José J. Ramasco, David Sánchez, The Fall of the Empire: The Americanization of English, arXiv:1707.00781 (2017)
20. Thomas Louail, Maxime Lenormand, Juan Murillo Arias & José J. Ramasco, Crowdsourcing the Robin Hood effect in cities, *Applied Network Science*, 2:11 (2017)
21. Marina Diakonova, Víctor M. Eguíluz & José J. Ramasco, Dynamical leaps due to microscopic changes in multiplex networks, *Europhysics Letters* 117, 48004 (2017)
22. Jorge P. Rodríguez, Fakhteh Ghanbarnejad & Víctor M. Eguíluz, Risk of coinfection outbreaks in temporal networks: a case study of a hospital contact network, *Frontiers in Physics*, 5:46 (2017)
23. Juan Fernández-Gracia, Jukka-Pekka Onnela, Michael Barnett, Victor M Eguíluz & Nicholas Christakis, Influence of a patient transfer network of US inpatient facilities on the incidence of nosocomial infections, *Scientific Reports* 7, 2930 (2017)
24. Isaac Lera, Toni Pérez, Carlos Guerrero, Víctor M. Eguíluz & Carlos Juiz, Analysing Human Mobility Patterns of Hiking Activities through Complex Network Theory, *PLoS ONE* 12 (5): e0177712 (2017)
25. Mark G. Meekan, Carlos M. Duarte, Juan Fernández-Gracia, Michele Thums, Ana M.M. Sequeira, Rob Harcourt & Víctor M. Eguíluz, The Ecology of Human

- Mobility, Trends in Ecology & Evolution 32 (3): 198-210 (2017)
26. Miquel Montero & Jaume Masoliver, Continuous Time Random Walks with memory and financial distributions, The European Physical Journal B 90, 11, 207 (2017)
27. Jaume Masoliver, Three-dimensional telegrapher's equation and its fractional generalization, Physical Review E 96, 2, 022101 (2017)
28. Jaume Masoliver & Katja Lindenberg, Continuous time persistent random walk: a review and some generalizations, The European Physical Journal B 90, 6 : 107 (2017)
29. Ryszard Kutner & Jaume Masoliver, The continuous time random walk, still trendy: fifty-year history, state of art and outlook. The European Physical Journal B 90, 3 : 50 (2017)
30. Miquel Montero, Axel Masó-Puigdellosas & Javier Villarroel. Continuous-time random walks with reset events: Historical background and new perspectives, arXiv:1706.04812 (2017)
31. Antoine Allard, M. Ángeles Serrano, Guillermo García-Pérez & Marián Boguñá, The geometric nature of weights in real complex networks, Nature Communications 8, 14103 (2017)
32. Kaj-Kolja Kleineberg, Lubos Buzna, Fragkiskos Papadopoulos, Marián Boguñá & M. Ángeles Serrano, Geometric correlations mitigate the extreme vulnerability of multiplex networks against targeted attacks, Physical Review Letters 118, 21, 218301 (2017)
33. Toni Vallès-Català, Tiago P Peixoto, Roger Guimerà & Marta Sales-Pardo, On the consistency between model selection and link prediction in networks, arXiv:1705.07967 (2017)
34. Núria Rovira-Asenjo, Agnieszka Pietraszkiewicz, Sabine Sczesny, Tània Gumí, Roger Guimerà, Marta Sales-Pardo, Leader evaluation and team cohesiveness in the process of team development: A matter of gender?, PLoS ONE 12 (10), e0186045 (2017)
35. Marta Sales-Pardo, The importance of being modular, Science 357 (6347), 128-129 (2017)
36. Luce Prignano, Ignacio Morer & Albert Diaz-Guilera, Wiring the Past: A Network Science Perspective on the Challenge of Archeological Similarity Networks. Frontiers in Digital Humanities, 4:13 (2017)
37. Roberta Amato, Albert Díaz-Guilera & Kaj-Kolja Kleineberg, Interplay between social influence and competitive strategical games in multiplex networks, arXiv:1704.03330, (2017)
38. Tiago Simas, Michal Ficek, Albert Díaz-Guilera, Pere Obrador & Pablo R. Rodriguez, Food-Bridging: A New Network Construction to Unveil the Principles of Cooking, arXiv:1704.03330 (2017)
39. Andrés Abeliuk, Antonio Fernández Anta, Nick Obradovich & Iyad Rahwan, Modeling the Evolution of Political Ideologies. In: The 3rd Annual International Conference on Computational Social Science (IC2S2 2017), 10-13 July 2017, Cologne, Germany.
40. María Pereda, Débora Zurro, José I. Santos, Ivan Briz i Godino, Myrian Álvarez, Jorge Caro & José M. Galán, Emergence and Evolution of Cooperation Under Resource Pressure, Scientific Reports 7, 45574 (2017)
41. Isabel Almudi, Francisco Fatas-Villafranca, Luis R. Izquierdo & Jason Pott, The economics of utopia: a co-evolutionary model of ideas, citizenship and socio-political change, Journal of Evolutionary Economics, 27: 629 (2017)
42. A.B. Migliano, A.E. Page, J. Gómez-Gardeñes, G.D. Salali, S. Viguier, M. Dyble, J. Thompson, N. Chaudhary, D. Smith, J. Strods, R. Mace, M. G. Thomas, V. Latora & L. Vinicius, Characterization of hunter-gatherer networks and implications for cumulative culture, Nature Human Behavior 1, 43 (2017)
43. A.B. Serrano, J. Gómez-Gardeñes & R.F.S. Andrade, Optimizing Diffusion in Multiplexes by Maximizing Layer Dissimilarity, Physical Review E 95, 052312 (2017)
44. Hugo Saiz, Jesús Gómez-Gardeñes, Paloma Nuche, Andrea Girón, Yolanda Pueyo & Concepción L. Alados, Evidence of Structural Balance in Spatial Ecological Networks, Ecography 40, 733-741 (2017)
45. Faustino Prieto & José María Sarabia, A generalization of the power law distribution with nonlinear exponent,

Número total de artículos: 239
Citas Totales: 6789
Citas por artículo: 28.4
H-number: 34



RELATORES

Àlex Arenas, ALEPHSYS (Algorithms embedded in Physical Systems) y Departamento de Ingeniería Informática y Matemáticas de la Universitat Rovira i Virgili

Jacobo Aguirre, co-fundador de Complexity Killed the Cat

Pol Colomer, co-fundador de Dribia
Albert Díaz-Guilera, Complexity Lab Barcelona y Universitat de Barcelona
Institute of Complex Systems

Ferran Español, Complexity Lab Barcelona y Universitat de Barcelona
Institute of Complex Systems

José Manuel Galán, InSISoc Group (Grupo de Ingeniería de los Sistemas Sociales) de la Universidad de Valladolid y Universidad de Burgos

Javier Martín Buldú, co-fundador de Complexity Killed the Cat

Yamir Moreno, BIFI (Institute for Biocomputation and Physics of Complex Systems) de la Universidad de Zaragoza

Josep Perelló, Complexity Lab Barcelona y Universitat de Barcelona
Institute of Complex Systems

Oleguer Sagarra, co-fundador de Dribia

Angel Sánchez, Grupo Interdisciplinar de Sistemas Complejos de la Universidad Carlos III de Madrid

Coordinación: Ferran Español y Josep Perelló



LOS GRUPOS QUE CONSTITUYEN LA RED PERTENECEN



ComLexity Lab Barcelona – UNIVERSITAT DE BARCELONA

Grupo multidisciplinar que incluye investigadores expertos en redes complejas, procesos estocásticos y ciencia ciudadana. El grupo trabaja en diversos ámbitos de conocimiento aunque en relación a la Red cabe destacar el estudio de la estructura y dinámica de las redes sociales y los sistemas sociotecnológicos como twitter, las redes económicas, los mercados financieros, las redes de comercio en el imperio romano y el comportamiento humano a través de teoría de juegos y dilemas sociales. El grupo pertenece al Universitat de Barcelona Institute of Complex Systems.
«Redes complejas, procesos estocásticos y ciencia ciudadana»



Intelligent Data Analysis Laboratory – UNIVERSITAT DE VALÈNCIA

IDAL se preocupa de aplicar técnicas que provienen de áreas tan diversas como la estadística, inteligencia artificial, machine learning, computación estadística, optimización,... El IDAL ha aplicado de manera satisfactoria todas esas técnicas a un abanico muy amplio de problemas como la medicina (en cardiología, urología, radiología, etc.), procesamiento inteligente de bioseñales para el ámbito de la farmacia, modelos de predicción del entorno, Web mining, marketing, etc.
«Sistemas multiagentes flexibles y eficientes para integrar el mayor número de servicios sin aumentar su complejidad»



Universitat de les Illes Balears

Instituto de Física Interdisciplinar y Sistemas Complejos: IFISC (CSIC– UNIVERSITAT DE LES ILLES BALEARS)

Instituto de investigación interdisciplinar en el que se desarrollan nuevos conceptos y métodos para el estudio de fenómenos emergentes en campos como el procesamiento de información, la función cerebral, sistemas ecológicas y sociotécnicos (propagación de enfermedades, problemas de movilidad humana, formación de opinión y estructuras sociales).
«Nuevos métodos y herramientas para abordar problemas de movilidad humana, epidemias o el consumo de energía»



Universidad Zaragoza

COSNET Lab, BIFI – UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

Grupo que investiga las leyes que rigen la estructura y dinámica de los sistemas complejos en red. Su interés se centra en temas como los sistemas socio-tecnológicos, la epidemiología, los sistemas biológicos y humanos y la teoría de redes.
«Abordar la complejidad de los sistemas naturales, biológicos y socio-tecnológicos»



GISC - UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID

Grupo interdisciplinar e interuniversitario que estudia los problemas donde intervienen multitud de agentes como la fabricación de nanodispositivos, la evolución biológica y cultural, la biología de sistemas o las interacciones sociales. «Aplicación de herramientas de mecánica estadística y dinámica no lineal a sistemas biológicos y sociales»



IMDEA NETWORKS

El Global Computing Group investiga sobre computación voluntaria y computación masiva con énfasis en aspectos de la teoría de juegos y sobre técnicas para la eficiencia energética en redes y centros de datos, y lleva a cabo análisis de redes sociales en línea a partir de Big Data, aprendizaje automático y tecnologías de procesamiento del lenguaje natural. «Explorando los sistemas de computación distribuida y las redes sociales en su sentido más amplio»



INSISOC - UNIVERSIDAD DE BURGOS

El Centro de Ingeniería de los Sistemas Sociales utilizan simulaciones (basadas en agentes) junto con la teoría de juegos y la teoría de redes para estudiar la organización y dinámica industrial, los sistemas empresariales complejos (gobernanza), así como la economía, las ciencias sociales y la inteligencia artificial. «Estudio de las interacciones estratégicas de empresas en diferentes mercados para proporcionar apoyo a la toma de decisiones»



Alephsys - UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Grupo que investiga las leyes que rigen la estructura y dinámica de los sistemas complejos en red. Su interés se centra en temas como la teoría de juegos, sistemas neuronales, dinámica de sistemas no lineales, algoritmos de optimización, propagación de epidemias, fenómenos de congestión, etc. «Algoritmos integrados en sistemas físicos »

