

# Análisis de Redes Sociales

**Créditos:** 3 ECTS

**Módulo:** Especialización

**Materia:** Redes y señales

**Resumen y objetivos de la asignatura:** las redes complejas y en particular las redes sociales pueden, desde cierta perspectiva, modelarse como el resultado de la superposición de estructuras matemáticas adicionales a una estructura fundamental definida por un grafo o digrafo. En los modelos más sencillos, estos elementos adicionales pueden estar asociados a diferentes taxonomías definidas en los conjuntos de vértices y/o de enlaces del grafo, lo que da acomodo a modelos como las redes multimodo, los grafos con signos, etc. Modelos más elaborados pueden incluir variables (posiblemente dinámicas) definidas con soporte en el grafo o estructuras más complejas como, por ejemplo, juegos cooperativos que interactúan de forma no trivial con la estructura del grafo. Tras una introducción a los aspectos más clásicos de la disciplina (centralidad, medidas de cohesión, etc.) se estudiarán en profundidad diversos problemas de segmentación en redes sociales y varios modelos de dinámica social, tanto en tiempo discreto como continuo y en contextos deterministas y también estocásticos. Algunos ejemplos de los problemas que se tratarán en la asignatura son la existencia de diferentes equivalencias posicionales en grafos, la clasificación bajo isomorfismo de redes multimodo de orden bajo para la definición de estructuras núcleo-periferia o núcleo-semiperiferia-periferia, aspectos de enumeración, teoremas de *clusterability* en grafos con signos o diferentes propiedades asintóticas de algunos modelos de dinámica social (modelo de Axelrod, protocolos de consenso y de consenso bipartito, etc.). La orientación de la asignatura será fundamentalmente analítica y se hará hincapié en la vertiente matemática de los resultados.

## Contenido:

1. Introducción: grafos y redes
2. Estructura y modelización de redes sociales
  - 2.1 Introducción a la teoría de las redes sociales
  - 2.2 Medidas clásicas de centralidad
  - 2.3 Medidas clásicas de cohesión. Comunidades
  - 2.4 Medidas de centralidad y cohesión basadas en juegos cooperativos
3. Segmentación de redes sociales
  - 3.1 Equivalencia estructural, análisis posicional y roles. *Blockmodeling*
  - 3.2 Estructuras núcleo-periferia y núcleo-semiperiferia-periferia
  - 3.3 Grafos con signos. Equilibrio estructural. *Clusterability*
  - 3.4 Jerarquías
4. Dinámica en redes sociales
  - 4.1 Introducción: dinámica de/en redes
  - 4.2 Modelos de dinámica social en tiempo discreto
  - 4.3 Modelos de dinámica social en tiempo continuo
  - 4.4 Modelos discretos de difusión

### **Resultados del aprendizaje:**

1. Los estudiantes habrán desarrollado una comprensión sistemática de los fundamentos de la teoría de grafos y redes.
2. Tendrán la capacidad de formular y analizar juegos cooperativos y sistemas dinámicos con soporte en una red, y de aplicar estas teorías al estudio de redes sociales.
3. Sabrán modelar sistemas reales utilizando estas teorías.
4. Sabrán comunicar oralmente y por escrito resultados avanzados en estos ámbitos.
5. Sabrán emplear los métodos y modelos de esta disciplina en su futura actividad investigadora.

### **Competencias:**

CG1 - Aprender a aplicar los conocimientos adquiridos y a explotar su potencial para la resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) en el tratamiento estadístico-computacional de la información.

CG2 - Elaborar adecuadamente y con originalidad argumentos motivados y proyectos de trabajo, redactar planes, así como formular hipótesis y conjeturas razonables en su área de especialización.

CG3 - Integrar los conocimientos adecuados y enfrentarse a la complejidad de emitir juicios en función de criterios, de normas externas o de reflexiones personales justificadas.

CG5 - Comprender y utilizar el lenguaje y las herramientas matemáticas para modelizar y resolver problemas complejos, reconociendo y valorando las situaciones y problemas susceptibles de ser tratados matemáticamente.

CG7 - Saber abstraer en un modelo matemático las propiedades y características esenciales de un problema real reconociendo su rango de aplicabilidad y limitaciones.

CT1 - Saber aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y poseer las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y en la resolución de problemas y estudio de casos

CT2 - Tener la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole científica, tecnológica y empresarial. Demostrar razonamiento crítico y gestionar información científica y técnica de calidad, bibliografía, bases de datos especializadas y recursos accesibles a través de Internet.

CE2 - Capacidad para planificar la resolución de un problema en función de las herramientas de que se disponga y, en su caso, de las restricciones de tiempo y recursos.

CE5 - Resolver problemas y casos reales planteados en el tratamiento estadístico-computacional de la información generada en los ámbitos de la ciencia, la tecnología y la sociedad mediante habilidades de modelización matemática, estimación y computación.

CE7 - Capacidad de utilización de herramientas de búsqueda de recursos bibliográficos así como manejo, gestión y análisis de grandes bases de datos.

### **Metodología docente:**

- Método expositivo
- Estudio de casos

## **Evaluación:**

Entrega de trabajos: 75%. Asistencia y participación activa en clase: 25%

## **Bibliografía:**

A.-L. Barabási, *Network Science*, Cambridge University Press, 2016.

A. Barrat, M. Barthélemy, A. Vespignani, *Dynamical Processes on Complex Networks*, Cambridge, 2008.

B. Bollobás, *Modern Graph Theory*, Springer, 1998.

U. Brandes, T. Erlebach (eds.), *Network Analysis. Methodological Foundations*, Springer, 2005.

P. J. Carrington, J. Scott, S. Wasserman (eds.), *Models and Methods in Social Network Analysis*, Cambridge, 2005.

D. Easley and J. Kleinberg, *Networks, Crowds and Markets*, Cambridge Univ. Press, 2010.

D. Gómez, E. González-Arangüena, C. Manuel, G. Owen, M. del Pozo, J. Tejada, Centrality and power in social networks: a game theoretic approach, *Mathematical Social Sciences* 46 (2003) 27–54.

D. Gómez, E. González-Arangüena, C. Manuel, G. Owen, M. del Pozo, J. Tejada, M. Saboyá, The cohesiveness of subgroups in social networks: A view from game theory, *Annals of Operations Research* 158 (2008) 33-46.

F. Harary, On the notion of balance of a signed graph, *Michigan Math. J.* 2 (1953) 143-146.

F. Harary, *Graph Theory*, Addison-Wesley, 1969.

F. Harary and E. M. Palmer, *Graphical Enumeration*, Academic Press, 1973.

M. O. Jackson, *Social and Economic Networks*, Princeton, 2011.

C. Kadushin, *Understanding Social Networks*, Oxford, 2012.

D. Kempe, J. Kleinberg, É. Tardos, Maximizing the spread of influence through a social network, *Proc. 9<sup>th</sup> ACM SIGKDD Intl. Conf. on Knowledge Discovery and Data Mining*, 137-146, 2003.

M. E. J. Newman, *Networks: An Introduction*, Oxford, 2010.

W. de Nooy, A. Mrvar, V. Batagelj, *Exploratory Social Network Analysis with Pajek*, Cambridge, 2011.

S. Wasserman, K. Faust, *Social Network Analysis: Methods and Applications*, Cambridge, 1994.

T. Zaslavsky, Signed graphs, *Discrete Appl. Mathematics* 4 (1982) 47-74.

**Profesorado:**

Ricardo Riaza

Despacho: A-316

Centro/Facultad: ETS Ingenieros de Telecomunicación  
Universidad Politécnica de Madrid

Teléfono: + 34 91 336 7281

Correo electrónico: ricardo.riaza@upm.es

Juan Tejada

Despacho: 406

Centro/Facultad: Facultad de Ciencias Matemáticas  
Universidad Complutense de Madrid

Teléfono: +34 91 394 4424

Correo electrónico: jtejada@mat.ucm.es