



1. DATOS BÁSICOS DEL TFG:

Título: Interacciones triádicas en redes neuronales

Descripción general (resumen y metodología):

Muchos sistemas complejos como el cerebro, los sistemas ecológicos o el clima, se pueden describir en términos de su estructura de interacciones subyacente: una red compleja de elementos interconectados. Recientemente se ha puesto de manifiesto la existencia de interacciones “de orden superior”, en las que varios (más de dos) elementos del sistema interactúan conjuntamente. Uno de estos tipos de interacciones son las interacciones triádicas, en las que un nodo regula el estado de la interacción (o el enlace) entre otros dos elementos del sistema [1]. Este tipo de interacciones regulatorias puede ser tanto excitatorio (interacción positiva) como inhibitorio (interacción negativa). Dependiendo de las características de las conexiones estructurales y regulatorias, las interacciones triádicas pueden dar lugar a una gran variedad de patrones de actividad con complejidad espacial y temporal [2,3].

En este trabajo se estudiará el efecto de las interacciones triádicas en modelos arquetípicos de actividad neuronal, como, por ejemplo, redes de neuronas de integración y disparo [4]. Se considerarán, por ejemplo, el papel del balance entre conexiones excitatorias e inhibitorias, o el efecto de distintas reglas de regulación triádica.

Tipología: Estudio de casos, teóricos o prácticos, relacionados con la temática del Grado.

Objetivos planteados:

- 1) Simular una red neuronal con interacciones triádicas.
- 2) Analizar distintas formas de interacción triádica y sus efectos en el sistema.
- 3) Estudiar el comportamiento emergente del sistema (incluyendo ej. cambios de fase y emergencia de patrones de conectividad y/o actividad espacio-temporales).

Bibliografía básica:

1. Sun, Hanlin, et al. "The dynamic nature of percolation on networks with triadic interactions." *Nature Communications* 14.1 (2023): 1308.
2. Millán, Ana P., et al. "Triadic percolation induces dynamical topological patterns in higher-order networks." *PNAS nexus* 3.7 (2024): pgae270.
3. Millán, Ana P., Hanlin Sun, and Joaquín J. Torres. "Spatio-temporal activity patterns induced by triadic interactions in an in silico neural medium." *Journal of Physics: Complexity* 6.1 (2025): 015017.
4. Brunel, Nicolas. "Dynamics of sparsely connected networks of excitatory and inhibitory spiking neurons." *Journal of computational neuroscience* 8 (2000): 183-208.

Recomendaciones y orientaciones para el estudiante:

Se recomienda cursar o haber cursado las asignaturas de física computacional y sistemas complejos.

Plazas: 1

2. DATOS DEL TUTOR/A:

Nombre y apellidos: ANA PAULA MILLAN VIDAL

Ámbito de conocimiento/Departamento: FÍSICA DE LA MATERIA CONDENSADA

Correo electrónico: apmillan@ugr.es

3. COTUTOR/A DE LA UGR (en su caso):

Nombre y apellidos: JOAQUÍN TORRES AGUDO

Ámbito de conocimiento/Departamento: FÍSICA DE LA MATERIA CONDENSADA

Correo electrónico: jtorres@ugr.es

4. COTUTOR/A EXTERNO/A (en su caso):

Nombre y apellidos:

Correo electrónico:

Nombre de la empresa o institución:

Dirección postal:

Puesto del tutor en la empresa o institución:

Centro de convenio Externo:

5. DATOS DEL ESTUDIANTE:

Nombre y apellidos: JAVIER CAMPOS VALLEJO

Correo electrónico: javiercv04@correo.ugr.es