UNIVERSIDAD DE GRANADA

FACULTAD DE CIENCIAS

Propuesta TFG. Curso 2026/2027

GRADO: Grado en Física

CÓDIGO DEL TFG: 267-025-2026/2027

1. DATOS BÁSICOS DEL TFG:

Título: Modelo de poda sináptica basada en dinámica de calcio

Descripción general (resumen y metodología):

Este Trabajo de Fin de Grado propone el desarrollo de un modelo computacional que integre mecanismos simplificados de plasticidad sináptica de largo término basados en dinámica de calcio con un modelo de poda sináptica.La evidencia experimental sugiere que la poda sináptica mediada por astrocitos está estrechamente relacionada con el estado funcional de la sinapsis: sinapsis que han experimentado depresión de largo término (LTD) pueden expresar señales locales de “eat-me”que favorecen su eliminación por células gliales. A su vez, la plasticidad de largo término depende críticamente de la dinámica de calcio post-sináptica, cuya amplitud y duración determinan la inducción de LTP o LTD, con contribuciones adicionales de la retro transmisión via endocanabinoides y de modulación astrocítica. En conjunto, estos mecanismos vinculan la plasticidad funcional con la reorganización estructural de la red. En este contexto, el proyecto plantea utilizar modelos reducidos de plasticidad dependiente de calcio para informar un criterio dinámico de eliminación de enlaces sinápticos en una red neuronal. Los objetivos específicos son: (i) integrar formalmente ambos marcos en un único modelo computacional coherente; (ii) explorar cómo la plasticidad de largo término condiciona la evolución topológica de la red durante el proceso de poda.

En cuanto a la metodología, el alumno para desarrollar este trabajo usará técnicas de modelización de la teoría de los sistemas dinámicos y de la física estadística aplicados a la neurociencia. El alumno adquirirá conocimientos avanzado de procesos biofísicos que afectan a la transmisión sináptica. También el alumno adquirirá conocimiento en métodos de simulación avanzados en física y biología. Se usarán también derivaciones teóricas tipo campo medio del modelo construido que serán contrastadas con los resultados obtenidos en las simulaciones.

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

Objetivos planteados:

1. Adquisición de técnicas avanzadas de modelado teórico de medios neuronales realistas y de los procesos complejos que en ellos aparecen.
2. Elaboración de un modelo de red neuronal evolutiva sometida al proceso de poda sináptica y la simulación de procesos biofísicos relevantes en neurociencia para el estudio de la poda sináptica
3. Estudio del papel de procesos de potenciación y depresión de largo plazo en el proceso de poda sináptica.

Bibliografía básica:

1. Menesse, G., Millán, A.P. & Torres, J.J. Astrocyte-mediated higher-order control of synaptic plasticity. Commun Biol (2026).
2. Ana P. Millán, 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) 015017 (2025)

3. A.P. Millán, J.J. Torres, S. Johnson and J. Marro ``Growth Strategy Determines the Memory and Structural Properties of Brain Networks'', Neural Networks, **142**, 44--56 (2021)
4. A.P. Millan, J. J. Torres, S. Johnson and J. Marro, ``Concurrence of form and function in developing networks and its role in synaptic pruning'' , Nature Comm. **9**, Article number: 2236 (2018)

Recomendaciones y orientaciones para el estudiante:

1. Tener altos conocimientos teóricos de física y matemáticas
2. Tener altas capacidades y habilidades para simulación de sistemas complejos
3. Altos conocimientos en métodos numéricos y lenguajes de programación.

Plazas: 1

2. DATOS DEL TUTOR/A:

Nombre y apellidos: JOAQUÍN TORRES AGUDO

Ámbito de conocimiento/Departamento: FÍSICA DE LA MATERIA CONDENSADA

Correo electrónico: jtorres@ugr.es

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

Nombre y apellidos:

Ámbito de conocimiento/Departamento:

Correo electrónico:

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: JUAN RAMON PUERTA JIMENEZ

Correo electrónico: jram0n@correo.ugr.es