MÁSTER DE FÍSICA BIOMÉDICA. CURSO 2021/22

PROPUESTA DE TRABAJO FIN DE MÁSTER

Título: MECANICA ANALITICA DE LA CELULA

Title: ANALYTIC MECHANICS OF THE CELL

Tutor 1

Nombre, e-mail FRANCISCO MONROY MUÑOZ, monroy@ucm.es

Centro y Departamento QUIMICA FISICA

Tutor 2*

Nombre, e-mail

Centro y Departamento

Resumen**

El formalismo Hamiltoniano ofrece una poderosa herramienta analítica para la predicción de la dinámica celular en el espacio de fases de su membrana, entendida como un campo de curvatura que captura las propiedades esenciales de la membrana, fluidez y flexibilidad. Sobre la base del conocimiento previo acerca de la estructura de la energía elástica de la membrana celular, sujeta a restricciones de área y volumen que dan cuenta de la topología de la célula, el grupo de investigación ha desarrollado un Hamiltoniano formulado en variables canónicas, a partir del cual se ha estudiado la dinámica determinista del sistema en condiciones específicas de tensión de la membrana y presión celular.

En el caso de membranas celulares de flexibilidad elevada, como es el caso de células en suspensión tales como los glóbulos rojos y otras células de la sangre, las células presentan elevados grados de fluctuación mecánica, que en determinados casos dan lugar a transiciones de forma e incluso a comportamiento caótico. Esta fenomenología es observada, por ejemplo, en el glóbulo rojo humano sometido a flujos elevados en el torrente sanguíneo, e incluso en el caso de leucocitos cancerígenos (leucemia), los cuales son capaces de desarrollar deformaciones inusitadas para penetrar barreras biológicas, tales como la hematoencefálica o la barrera respiratoria, produciendo de esta forma metástasis remotas en órganos foráneos.

En el presente proyecto, se pretende extender el formalismo Hamiltoniano previamente desarrollado al estudio de las fluctuaciones celulares inducidas por diversas fuerzas (internas y externas) localizadas en la membrana,y una vez formalizado en un marco canónico, estudiar las propiedades de caos clásico a lo largo y ancho del espacio de fases, con especial énfasis en el análisis de la coherencia. El proyecto es de contenido esencialmente teórico (mecánica analítica), con la posibilidad de explicar resultados fenomenológicos previamente obtenidos en experimentos observacionales de dinámica celular a nivel de célula individual mediante microscopia óptica cuantitativa. Los resultados abrirán nuevas perspectivas desde el punto de vista de la física teórica de la célula, presentando además un interés aplicado por su valor traslacional en cáncer.

Observaciones***

El proyecto de TFM es de carácter teórico y se desarrollará sobre el trabajo previo:
J Santiago and F Monroy. Mechanics of nematic membranes: Euler-Lagrange equations, Noether charges, stress, torque and boundary conditions of the surface Frank's nematic field. Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical 53 (16), 165201 (2020).

*Solo en el caso de dos co-tutores.

**Breve resumen de los objetivos.

***Optativo. Por ejemplo si se recomienda tener algun conocimiento o experiencia previa.